

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the application of: Masahiro MURASATO, Ritsu TANAKA and Yuki BESSHO

Filed: Concurrently herewith

For: **WORKING-FLUID MOVING DEVICE**

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

I hereby certify that this paper is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 CFR 1.10 addressed to **Mail Stop Patent Application, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450** on July 25, 2003 under "EXPRESS MAIL" mailing label number **EL 989117515 US**



SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

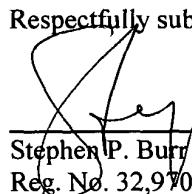
Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified application and the priority provided in 35 USC 119 is hereby claimed:

<u>Country</u>	<u>Application Number</u>	<u>Filing Date</u>
Japan	2003-84485	March 26, 2003

In support of this claim, a certified copy of the Japanese Application is enclosed herewith.

Respectfully submitted,



Stephen P. Burr
Reg. No. 32,970

July 25, 2003

Date

SPB/gmh

BURR & BROWN
P.O. Box 7068
Syracuse, NY 13261-7068

Customer No.: 025191
Telephone: (315) 233-8300
Facsimile: (315) 233-8320

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日
Date of Application: 2003年 3月26日

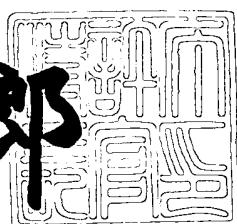
出願番号
Application Number: 特願2003-084485
[ST.10/C]: [JP2003-084485]

出願人
Applicant(s): 日本碍子株式会社

2003年 6月12日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3046073

【書類名】 特許願

【整理番号】 PA03-035

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F01B 11/00

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内

【氏名】 村里 真寛

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内

【氏名】 田中 立

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内

【氏名】 別所 裕樹

【特許出願人】

【識別番号】 000004064

【氏名又は名称】 日本碍子株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088971

【弁理士】

【氏名又は名称】 大庭 咲夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100115185

【弁理士】

【氏名又は名称】 加藤 慎治

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-218175

【出願日】 平成14年 7月26日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 075994

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0104913

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 作動流体移動デバイス

【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1作動流体と、第2作動流体と、流路を含むとともに同流路内に前記第1作動流体と前記第2作動流体とを収容した収容体と、を備えた作動流体移動デバイスであって、

前記収容体は、前記流路の壁面の少なくとも一部が変形することにより同流路の断面形状が変化する変形可能部を有し、同変形可能部が第1の状態にあるとき前記第1作動流体が同変形可能部における同流路の内壁面に実質的に接触するとともに前記第2作動流体が同第1作動流体が存在していない部分の同流路の内壁面に実質的に接触するように同第1作動流体及び同第2作動流体を収容し、

前記第1作動流体及び前記第2作動流体は、前記流路の内壁面に対する同第1作動流体の濡れ性が、同流路の内壁面に対する同第2作動流体の濡れ性よりも非良好な流体となるようにそれぞれ選択され、

前記変形可能部が変形して前記第1の状態から同第1の状態とは異なる第2の状態となるとき、前記第1作動流体が前記流路の内壁面に対する濡れ性に基づく斥力によって移動するように構成された作動流体移動デバイス。

【請求項2】

第1作動流体と、第2作動流体と、少なくとも対向する一対の壁面を有してなり同対向する一対の壁面により形成される流路内に前記第1作動流体と前記第2作動流体とを収容した収容体と、を備えた作動流体移動デバイスであって、

前記収容体は、前記流路の一対の壁面の少なくとも一部が変形することにより同一対の壁面の内側間の距離が第1距離と同第1距離より短い第2距離となる変形可能部を有し、同変形可能部における同一対の壁面の内側間の距離が同第1の距離にあるとき、前記第1作動流体が同変形可能部における同一対の壁面の内側に実質的に接触するとともに前記第2作動流体が同第1作動流体が存在していない部分において同流路の一対の壁面の内側に実質的に接触するように同第1作動流体及び同第2作動流体を収容し、

前記第1作動流体及び前記第2作動流体は、前記流路の一対の壁面の内側に対する同第1作動流体の濡れ性が、同流路の一対の壁面の内側に対する同第2作動流体の濡れ性よりも非良好な流体となるようにそれぞれ選択され、

前記変形可能部が変形して前記一対の壁面の内側間の距離が前記第1距離から前記第2距離へと変化するとき、前記第1作動流体が同一対の壁面の内側に対する濡れ性に基づく斥力によって移動するように構成された作動流体移動デバイス

【請求項3】

請求項1又は請求項2に記載の作動流体移動デバイスであって、

前記収容体は、一つの前記流路に対して前記変形可能部を複数有するとともに、各変形可能部の変形により同各変形可能部における同流路の内壁面に実質的に接触する前記第1作動流体が前記斥力によって移動するように構成された作動流体移動デバイス。

【請求項4】

請求項1乃至請求項3の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスにおいて、

前記第1作動流体は非圧縮性の流体であり、前記第2作動流体は圧縮性の流体である作動流体移動デバイス。

【請求項5】

請求項1乃至請求項4の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスにおいて、

前記第1作動流体は液体であり、前記第2作動流体は前記第1作動流体の蒸気である作動流体移動デバイス。

【請求項6】

請求項1乃至請求項5の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスにおいて、

前記第1作動流体は液体金属である作動流体移動デバイス。

【請求項7】

請求項6に記載の作動流体移動デバイスにおいて、

前記液体金属は、水銀又はガリウム合金である作動流体移動デバイス。

【請求項8】

請求項1乃至請求項7の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスであって、

前記変形可能部の壁面の少なくとも一部を変形させる力を発生するアクチュエータを備えるとともに、同変形される壁面の少なくとも一部はダイヤフラムである作動流体移動デバイス。

【請求項9】

請求項1乃至請求項7の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスであって、前記変形可能部の変形する壁面が互いに対向する一対のダイヤフラムにより構成され、

前記一対のダイヤフラムの各々に固定された一対のアクチュエータを備えた作動流体移動デバイス。

【請求項10】

請求項8又は請求項9に記載の作動流体移動デバイスにおいて、前記アクチュエータは、圧電／電歪膜又は反強誘電体膜を含む膜型圧電素子を含んでなる作動流体移動デバイス。

【請求項11】

請求項8乃至請求項10の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスにおいて

前記ダイヤフラムは、セラミックスダイヤフラムである作動流体移動デバイス

【請求項12】

請求項1乃至請求項11の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスにおいて

前記変形可能部はセラミックスから構成されてなる作動流体移動デバイス。

【請求項13】

請求項1乃至請求項12の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスにおいて

前記変形可能部の内壁面はセラミックスから構成されてなる作動流体移動デバイス。

【請求項14】

請求項1乃至請求項13の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスにおいて

前記変形可能部の内壁面を前記第1作動流体に対する濡れ性が非良好な材料で被覆してなる作動流体移動デバイス。

【請求項15】

請求項1乃至請求項13の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスにおいて

前記変形可能部の内壁面を前記第1作動流体に対する濡れ性が非良好となるよう改質してなる作動流体移動デバイス。

【請求項16】

請求項1乃至請求項15の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスにおいて

前記収容体の流路は密閉空間として形成され、同収容体は前記変形可能部の変形に伴う同密閉空間の容積変化分を吸収する容積変化吸収部を備えた作動流体移動デバイス。

【請求項17】

請求項1乃至請求項16の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスであって

前記第1作動流体は、前記変形可能部の変形にともない一つの流体塊から二つ以上の流体塊に分離するように構成された作動流体移動デバイス。

【請求項18】

請求項1乃至請求項17の何れか一項に記載の作動流体移動デバイスであって

前記第1作動流体は導電性の流体であり、

前記第2作動流体は絶縁性の流体であり、

前記変形可能部が変形する前は前記第1作動流体を介して導通状態及び非導通状態のうちの一つの状態となり、同変形可能部が変形した後は同第1作動流体が移動することに伴って導通状態及び非導通状態のうちの他の一つの状態となる少なくとも一対の端子を備えた作動流体移動デバイス。

【請求項19】

請求項18に記載の作動流体移動デバイスであって、
一つの前記流路に前記変形可能部及び前記一对の端子からなる端子導通状態の
切換器を複数形成した作動流体移動デバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電気経路や光学経路等の切換え等に利用され得るスイッチングデバイス、押圧部の位置等を検出するセンサ、或いは、シリンダ等の駆動源等として利用され得るデバイスであって、作動流体を移動する作動流体移動デバイスに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、この種の作動流体移動デバイスとしては、例えば、図14に示した構造を有するデバイス100が知られている。デバイス100は、断面が長方形の流路101と、流路101内に収容された第1作動流体（移動体）102及び同第1作動流体102よりも流路101の内壁に対する濡れ性が良好な第2作動流体103と、流路101の両端に配置された一对のポンプ室104、105とを備えている。このデバイス100は、ポンプ室104から第2作動流体103を流路101内に流出させることにより第1作動流体102を図14において右方向に移動せしめ、ポンプ室105から第2作動流体103を流路101内に流出させることで第1作動流体102を図14において左方向に移動せしめるようになっている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

この場合、第1作動流体102は第2作動流体103に対して流路101の内壁に対する濡れ性が良好ではないから、図14の1-1線に沿った平面にて流路101を切断した断面図である図15に示したように、同第1作動流体102と同流路101の角部の内壁面との間には微小な隙SPが形成される。このため、第2作動流体103は第1作動流体102を移動せしめる際にこの隙SPの中を通過

する。

【0004】

従って、第1作動流体102を所望の距離だけ移動させるためには、ポンプ室104及びポンプ室105の何れか一つは、同第1作動流体102の移動時に排除する第2作動流体103の容積と隙SPを通過する同第2作動流体103の容積の合計に相当する量の同第2作動流体103を、流路101内に流入させ、同ポンプ室104及び同ポンプ室105のうちの他の一つは、同流入された第2作動流体103と同量の第2作動流体103を流路101から排除しなければならない。

【0005】

このため、上記デバイス100においては、第1作動流体102を高速で移動させようとすると、短時間内に大量の第2作動流体103を流入・排除する必要があり、ポンプ室104、105の吐出性能によっては第1作動流体102を高速で移動できないという問題がある。

【0006】

また、上記デバイス100は、ポンプ室104、105の容積を変化させ、第2作動流体103を流路101に流入させ、その結果、第1作動流体102を移動させる。このため、ポンプ室104、105の駆動力は、第1作動流体102に直接的に加わらず、第2作動流体103を介して間接的に伝搬される。従って、ポンプ室104、105の駆動力により第1作動流体102を移動させるまでに時間遅れが生じるので、デバイス100の応答性が良好でないという問題がある。また、ポンプ室104、105の駆動力が第1作動流体102の移動となって現われるまでにおける力（エネルギー）の損失が大きいので、デバイス100はエネルギー消費量が大きいという問題をも有している。

【0007】

一方、第1作動流体102の流路101の内壁に対する濡れ性を第2作動流体103の流路101の内壁に対する濡れ性よりも良好にすれば、図15に示したような隙SPは発生せず、ポンプ室104、105の発生する力が効率よく第1作動流体102に加わる。しかしながら、この場合には第1作動流体102と流路

101の内壁面との間の摩擦抵抗が大きくなるので、ポンプ室104, 105はより大きな力を発生するように設計されなければならず、デバイス100の大型化、消費エネルギーの増大等の問題が生じる。

【0008】

本発明は、上記の課題に対処するためになされたものであり、その目的の一つは、作動流体（移動すべき流体）と流路壁面との間の濡れ性に基づく斥力を利用して、同作動流体に対し駆動力を直接的に作用させて同作動流体を移動させることにより、エネルギーの変換ロスが小さく、応答性が良好である作動流体移動デバイスを提供することにある。

【0009】

【本発明の概要】

上記目的を達成するため、本発明の作動流体移動デバイスは、第1作動流体と、第2作動流体と、流路を含むとともに同流路内に前記第1作動流体と前記第2作動流体とを収容した収容体と、を備えた作動流体移動デバイスであって、前記収容体は、前記流路の壁面の少なくとも一部が変形することにより同流路の断面形状が変化する変形可能部を有し、同変形可能部が第1の状態にあるとき前記第1作動流体が同変形可能部における同流路の内壁面に実質的に接触するとともに前記第2作動流体が同第1作動流体が存在していない部分の同流路の内壁面に実質的に接触するように同第1作動流体及び同第2作動流体を収容し、前記第1作動流体及び前記第2作動流体は、前記流路の内壁面に対する同第1作動流体の濡れ性が、同流路の内壁面に対する同第2作動流体の濡れ性よりも非良好な流体となるようにそれぞれ選択され、前記変形可能部が変形して前記第1の状態から同第1の状態とは異なる第2の状態となるとき、前記第1作動流体が前記流路の内壁面に対する濡れ性に基づく斥力によって移動するように構成される。

【0010】

これによれば、第1作動流体は流路の変形可能部が例えば初期状態等の第1の状態にあるとき同変形可能部における同流路の内壁面に実質的に接触し、第2作動流体は同流路の他の部分において同流路の内壁面に実質的に接触している。この第1作動流体の流路の内壁面に対する濡れ性は、第2作動流体の同流路の内壁

面に対する濡れ性よりも非良好である。従って、前記変形可能部が変形して前記第1の状態から同第1の状態とは異なる第2の状態となるとき、前記第1作動流体は前記流路の内壁面に対する濡れ性に基づいて同内壁面から斥力を受け、流路内を移動する。

【0011】

同様に、本発明による他の作動流体移動デバイスは、第1作動流体と、第2作動流体と、少なくとも対向する一対の壁面を有してなり同対向する一対の壁面により形成される流路内に前記第1作動流体と前記第2作動流体とを収容した収容体と、を備えた作動流体移動デバイスであって、前記収容体は、前記流路の一対の壁面の少なくとも一部が変形することにより同一対の壁面の内側間の距離が第1距離と同第1距離より短い第2距離となる変形可能部を有し、同変形可能部における同一対の壁面の内側間の距離が同第1の距離にあるとき、前記第1作動流体が同変形可能部における同一対の壁面の内側に実質的に接触するとともに前記第2作動流体が同第1作動流体が存在していない部分において同流路の一対の壁面の内側に実質的に接触するように同第1作動流体及び同第2作動流体を収容し、前記第1作動流体及び前記第2作動流体は、前記流路の一対の壁面の内側に対する同第1作動流体の濡れ性が、同流路の一対の壁面の内側に対する同第2作動流体の濡れ性よりも非良好な流体となるようにそれぞれ選択され、前記変形可能部が変形して前記一対の壁面の内側間の距離が前記第1距離から前記第2距離へと変化するとき、前記第1作動流体が同一対の壁面の内側に対する濡れ性に基づく斥力によって移動するように構成される。

【0012】

これによれば、流路の変形可能部における一対の壁面の内側間の距離が第1の距離にあるとき、第1作動流体は変形可能部における同一対の壁面の内側に実質的に接触するとともに第2作動流体は同第1作動流体が存在していない部分において同流路の一対の壁面の内側に実質的に接触している。この第1作動流体の流路の一対の壁面の内側に対する濡れ性は、第2作動流体の同流路の一対の壁面の内側に対する濡れ性よりも非良好である。従って、前記変形可能部が変形して前記一対の壁面の内側間の距離が前記第1距離から前記第2距離へと変化するとき

、前記第1作動流体は同一対の壁面の内側に対する濡れ性に基づく斥力を同一対の壁面から受け、流路内を移動する。

【0013】

このように、上記何れかの作動流体移動デバイスは、流路の壁面と第1作動流体との間の非良好な濡れ性に起因する斥力を利用して同第1作動流体を移動せしめるので、変形可能部の変形が直ちに同第1作動流体の移動に変換される。従つて、変形可能部の変形をアクチュエータにより発生させる場合には、同アクチュエータの消費エネルギーを抑制しながら第1作動流体を移動させることが可能となる。また、アクチュエータの有無に関わらず、変形可能部の変形が第1作動流体の移動へと遅滞なく変化するから、応答性の優れた作動流体移動デバイスが提供される。

【0014】

また、上記何れかの作動流体移動デバイスにおいて、前記収容体は、一つの前記流路に対して前記変形可能部を複数有するとともに、各変形可能部の変形により同各変形可能部における同流路の内壁面に実質的に接触する前記第1作動流体が前記斥力によって移動するように構成されることが好適である。

【0015】

これによれば、一つの流路に一つの変形可能部を形成した作動流体移動デバイスを複数個使用した場合と実質的に同じ機能を達成できるとともに、流路本数が少ないので、第1、第2作動流体を流路内に充填するのに要する手間及び労力等を低減することができる。また、第1作動流体の移動速度を決定する要因となる流路内圧力の調整回数を低減することができる。

【0016】

更に、二つ以上の流路変形部を使用するので、少なくとも一つの流路変形部を変形させずに他の全ての流路変形部を変形させた場合でも、流路内の圧力変化量（圧力減少量及び／又は圧力増加量）を、一つの流路に一つの流路変形部を形成した作動流体移動デバイスにおける同流路変形部の変形に伴う圧力変化量よりも低減することができる。

【0017】

このような作動流体移動デバイスにおいて、前記第1作動流体は非圧縮性の流体であり、前記第2作動流体は圧縮性の流体であることが好適である。また、前記第1作動流体は液体であり、前記第2作動流体は前記第1作動流体の蒸気であることが好適である。このように各作動流体を選択すれば、変形可能部の変形に伴う流路の容積変化を第2作動流体の圧縮により吸収することができる。

【0018】

また、前記第1作動流体は、水銀又はガリウム合金等からなる液体金属であることが好適である。これによれば、例えば、スイッチ端子間の導通・非導通状態を第1作動流体により切り換えることも可能となる。

【0019】

また、前記何れかの作動流体移動デバイスは、変形可能部の壁面の少なくとも一部を変形させる力を発生するアクチュエータを備えるとともに、同変形される壁面の少なくとも一部はダイヤフラムであることが好適である。更に、前記変形可能部の変形する壁面が互いに対向する一対のダイヤフラムにより構成され、前記一対のダイヤフラムの各々に固定された一対のアクチュエータを備えることも好適である。これらによれば、作動流体移動デバイスは、切換スイッチ、ロッドレスシリンダー、或いは光学ディスプレイ素子等の能動素子として用いることも可能となる。また、後者のように、一対のアクチュエータを備えれば、変形可能部の変形量を容易に大きくすることができる。

【0020】

更に、前記アクチュエータは、圧電／電歪膜又は反強誘電体膜を含む膜型圧電素子を含んでなることが好適である。また、前記ダイヤフラム、前記変形可能部、又は変形可能部の内壁面は、セラミックスから構成されることが好適である。これらの各々によれば、能動素子として小型で耐久性に優れた作動流体移動デバイスを提供することができる。

【0021】

また、前記変形可能部の内壁面を前記第1作動流体に対する濡れ性が非良好な材料で被覆すること、或いは、前記変形可能部の内壁面を前記第1作動流体に対する濡れ性が非良好となるように改質することが好適である。これらの各々によ

れば、上記濡れ性に基づく斥力を発生する作動流体移動デバイスを容易に提供することができ、また、収容体の材質や第1作動流体の選択範囲を広げることができ。

【0022】

更に、前記収容体の流路は密閉空間として形成され、同収容体は前記変形可能部の変形に伴う同密閉空間の容積変化分を吸収する容積変化吸収部を備えることが好適である。これによれば、第2作動流体の圧縮性に依らなくても変形可能部の容積変化を容易に吸収できるので、第2作動流体の選択範囲を広げることができ。

【0023】

また、これらの作動流体移動デバイスの一態様として、前記第1作動流体が、前記変形可能部の変形にともない一つの流体塊から二つ以上の流体塊に分離するように構成されたものを挙げることができる。

【0024】

また、上記何れか作動流体移動デバイスであって、前記第1作動流体は導電性の流体であり、前記第2作動流体は絶縁性の流体であり、前記変形可能部が変形する前は前記第1作動流体を介して導通状態及び非導通状態のうちの一つの状態となり、同変形可能部が変形した後は同第1作動流体が移動することに伴って導通状態及び非導通状態のうちの他の一つの状態となる少なくとも一対の端子を備えることが好適である。これによれば、極めて優れた応答性を有する切換スイッチを提供することができる。

【0025】

また、前記一対の端子を備える形式の作動流体移動デバイスが、一つの流路に前記変形可能部及び前記一対の端子からなる端子導通状態切換器を複数形成することも好適である。これは、一つの流路を使用して複数のスイッチを備えたスイッチングユニットである。

【0026】

これによれば、一つの流路に一つの端子導通状態切換器を形成した作動流体移動デバイスを複数個使用した場合と同じスイッチング機能を達成できるとともに

、流路本数が少ないので、第1、第2作動流体を流路内に充填するのに要する手間及び労力等を低減することができる。また、一つの端子（電極部）を、同一つの端子を挟むように隣接する二つの端子に対する共通電極として使用することも可能となり、この場合、端子数を低減することができるので、デバイスのコストを低下させることができる。

【0027】

更に、この場合、二つ以上の流路変形部を使用するので、少なくとも一つの流路変形部を変形させずに他の全ての流路変形部を変形させた場合でも、流路内の圧力変化量（圧力減少量及び／又は圧力増加量）を、一つの流路に一つの端子導通状態切換器を形成した作動流体移動デバイスにおける流路変形部の変形に伴う圧力変化量よりも低減することができる。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下、本発明による作動流体移動デバイスの各実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、本発明は、これらの実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲を逸脱しない限りにおいて、当業者の知識に基づいて、種々の変更、修正、改良を加え得るものである。また、以下の説明において、各作動流体移動デバイスに共通する構成部分には同一符号を付すこととする。

【0029】

(第1実施形態)

図1（A）は、本発明の第1実施形態に係る作動流体移動デバイス10の初期状態（第1の状態）における縦断面図であり、図1（B）は同作動流体移動デバイス10の平面図である。図1（A）は図1（B）の2-2線に沿った平面にて同デバイス10を切断した断面図である。同様に、図2（A）は、作動流体移動デバイス10の駆動状態（電圧印加時、第2の状態）における縦断面図であり、図2（B）は同作動流体移動デバイス10の平面図である。この場合も、図2（A）は図2（B）の3-3線に沿った平面にて同デバイス10を切断した断面図である。

【0030】

この作動流体移動デバイス10は、オン-オフ型のスイッチとして機能するものであり、互いに直交するX軸、Y軸及びZ軸方向に沿って延びる各辺を有する略直方体形状のセラミックスからなる収容体11と、アクチュエータとしての圧電／電歪膜12とを備えている。収容体11は、その内部に流路13を備えている。収容体11のY軸に沿った辺は最も長く、X軸及びZ軸に沿った辺はY軸に沿った辺よりも短い。

【0031】

収容体11は、Z軸正方向に順に積層され、焼成一体化されたセラミックの薄板体（以下、「セラミックシート」と称呼する。）11a～11cにより構成されている。セラミックシート11aは剛性が高く、Z軸方向に貫通した一対の電極11b、11bを備えている。電極11b、11bは、スイッチの接点に相当するものであり、セラミックシート11aの上面（Z軸正方向側の面）にて同上面に沿うように形成された電極部（端子）11b1、11b1と、同セラミックシート11aの下面にて同下面に沿うように形成された接続部11b2、11b2とを備えている。

【0032】

セラミックシート11bは、長軸及び短軸がそれぞれY軸及びX軸方向に沿った長方形形状の貫通部を備えている。セラミックシート11cは、セラミックシート11a、11bよりも薄く（Z軸方向の長さが短く）、剛性が低いので、変形可能なダイヤフラム（セラミックスダイヤフラム）を構成している。セラミックシート11bの貫通部は、セラミックシート11aの上面とセラミックシート11cの下面とにより閉塞され、流路13を構成している。即ち、流路13は、セラミックシート11bの貫通部の側壁面と、セラミックシート11aの上面と、セラミックシート11cの下面とにより画定され、長軸がY軸に沿うとともに、同長軸に直交する平面で切断した断面がX軸及びZ軸に沿う辺を有する長方形からなる中空の空間である。このように、収容体11は、セラミックシート11cが変形可能であることから、変形可能部を備えた流路13を有している。

【0033】

圧電／電歪膜12は、セラミックシート11cの上面に焼成により一体化され

ていて、同圧電／電歪膜12の上面及び下面にそれぞれ形成された上部電極及び下部電極の間に電圧が印加されたとき（電位差が付与されたとき）、セラミックシート11cのY軸方向中央部を変形させる力（駆動力）を発生するようになっている。

【0034】

流路13内には、第1作動流体14と第2作動流体15とが収容されている。第1作動流体14は、流路13の内壁面、より具体的には、流路13の対向する一対の内壁面（この場合、セラミックシート11aの上面とセラミックシート11cの下面）及びセラミックシート11bの貫通孔の側壁面に対して、第2作動流体15よりも良好でない（悪い）濡れ性を有している。換言すると、第1作動流体14の流路13の内壁面に対する接触角は、第2作動流体15の流路13の内壁面に対する接触角よりも大きい。また、第1作動流体14は、導電性を有するとともに非圧縮性を備えている。これに対し、第2作動流体15は、絶縁性を有するとともに、圧縮性である。本例においては、第1作動流体14は液体金属である液状の水銀で、第2作動流体15は水銀の蒸気である。

【0035】

次に、上記のように構成された作動流体移動デバイス10の作動について説明する。作動流体移動デバイス10は、圧電／電歪膜12の上部電極及び下部電極に駆動のための電圧が印加されていない場合、図1（A）、（B）に示した初期状態（このような状態を、本明細書では「第1の状態」とも称呼する。）を維持する。この場合、第1作動流体14は、図1（A）及び図1（B）に示したように、その表面積を最小にしようとして一つの流体塊（液胞）となり、流路13のY軸方向中央部近傍において同流路13の内壁面に実質的に接触する。また、第2作動流体15は、流路13内であって第1作動流体14が存在していない部分において、同流路13の内壁面に実質的に接触する。この結果、一対の電極部11b1、11b2は、導電性の第1作動流体14により同時に覆われて導通状態となる。なお、初期状態における収容体11のY軸方向中央部でのセラミックシート11aの上面とセラミックシート11cの下面の距離を、便宜上、第1距離と呼ぶ。

【0036】

この状態において、圧電／電歪膜12の上部電極と下部電極との間に電圧を印加すると、圧電／電歪膜12は横方向に（即ち、X-Y平面に略平行な面内にて）収縮しようとするため、図2（A）に示したように、セラミックシート11cのY軸方向中央部（圧電／電歪膜12が固定された部分）が下方へ屈曲変形する。その結果、流路13のY軸方向中央部近傍の断面形状が変化し、同流路13のY軸方向中央部の断面積（Y軸方向に直交する平面で流路13を切断した断面の面積）が小さくなる。この場合、収容体11のY軸方向中央部におけるセラミックシート11aの上面とセラミックシート11cの下面の距離を、便宜上、第2距離と呼ぶ。また、このように、流路13の断面形状が変化せしめられた状態を、本明細書では「第2の状態」とも称呼する。

【0037】

このとき、第1作動流体14は、流路13の壁面に対する濡れ性が第2作動流体15よりも良好でないから、同壁面から斥力を受け、表面積を最小にしようとして断面積が大きな流路13のY軸方向両端部に分断（分離）されて移動し、同両端部にてそれぞれ一つの流体塊となる。その際、第2作動流体15は、流路13のY軸両端部にて圧縮されるとともに、第1作動流体と流路13の内壁面（特に、内壁面角部）との間に形成される隙（図15の隙SPと同様の隙）を介して流路13のY軸方向中央部に流れ込み、同中央部においても圧縮され、流路13の容積変化を吸収する。この結果、一対の電極部11b1, 11b1は第1作動流体14により覆われなくなり、絶縁性の第2作動流体15により覆われて非導通状態となる。

【0038】

その後、圧電／電歪膜12の上部電極及び下部電極に対する電圧の印加を停止すると、セラミックシート11c及び圧電／電歪膜12は復元し、作動流体移動デバイス10は図1（A），（B）に示した初期状態に復帰する。これにより、第1作動流体14は、流路13のY軸方向中央部に向けて移動し、同部において一つの流体塊になる。この結果、一対の電極部11b1, 11b1は、導電性の第1作動流体14により再び覆われて導通状態となる。以上が、本実施形態の作

動である。

【0039】

この第1実施形態に係る作動流体移動デバイス10は、以下の効果を達成することができる。

(1) 圧電／電歪膜12の発生する力がセラミックシート11cを介して第1作動流体14に直接的に作用して、第1作動流体14が移動せしめられるので、圧電／電歪膜12に付与される電気エネルギーが効率良く第1作動流体14の移動に使用される。換言すると、第1作動流体14の移動に係るエネルギーの変換口が小さいので、低消費電力の作動流体移動デバイスが提供される。

(2) セラミックシート11cの変形（流路13の壁面の変形）が直接的に第1作動流体14に作用して同作動流体14が移動せしめられるので、セラミックシート11cの変形（圧電／電歪膜12の力の発生）から同作動流体14が移動するまでの時間遅れが極めて短く、応答性に優れた作動流体移動デバイス（スイッチ）が提供される。

(3) 第1作動流体14を移動させる斥力は、セラミックシート11cの変形と同時に遅滞なく発生するから、圧電／電歪膜12により発生される力は、直ちに、且つ、無駄なく第1作動流体14に伝達され、同第1作動流体14を移動させる。

(4) 作動流体移動デバイス10は、第1作動流体14の表面張力、即ち、第1作動流体14の表面積を最小にしようとする性質を利用しているから、第1作動流体14は一旦分離した後に流路13の変形が消滅して同流路13の形状が復元したとき、再び、確実に一体化して一つの流体塊となる。このとき、圧電／電歪膜12に印加していた電圧を消滅させるだけでよく、従来技術のように、初期状態への復帰時にエネルギーを消費しないので、低電力消費の作動流体移動デバイスが提供される。なお、圧電／電歪膜12に印加していた電圧の正負方向を逆転させた電圧を同圧電／電歪膜12に印加することにより、駆動状態から初期状態へと一層早く戻すことも可能となる。

(5) このように、作動流体移動デバイス10は、第1作動流体14が流路13の壁面から受ける斥力を利用して同第1作動流体14を分断する。また、分断さ

れた第1作動流体14は、それぞれ表面張力により一つの流体塊となるので、安定的な動作が可能となる。

【0040】

(第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態に係る作動流体移動デバイス20について図3(A)及び図3(B)を参照しながら説明する。なお、図3(A)は作動流体移動デバイス20の初期状態(第1の状態)における縦断面図であり、図3(B)は作動流体移動デバイス20の駆動状態(電圧印加時、第2の状態)における縦断面図である。作動流体移動デバイス20の平面図は、初期状態にあるときは図1(B)と同様であり、駆動状態にあるときは図2(B)と同様であるので省略する。また、電極11b、11bは、図示が省略されている。

【0041】

この作動流体移動デバイス20は、上述した作動流体移動デバイス10の流路13の一部(下壁面)を構成するセラミックシート11aを同デバイス10の圧電/電歪膜12を備えたセラミックシート11cと同様な変形可能なものに置換した点のみにおいて同デバイス10と相違している。

【0042】

即ち、作動流体移動デバイス20は、圧電/電歪膜12が焼成により一体化された一対のセラミックシート11c、11cと、この一対のセラミックシート11c、11cに挟まれて同一対のセラミックシート11c、11cと一体化されたセラミックシート11bとからなる収容体21を備えていて、セラミックシート11bの貫通孔の側壁面と一対のセラミックシート11c、11cの圧電/電歪膜12が形成されていない各壁面とにより、流路22が形成されている。流路22内には、上記第1作動流体14と上記第2作動流体15とが収容されている。

【0043】

このように構成された作動流体移動デバイス20は、作動流体移動デバイス10と同様に作動する。即ち、作動流体移動デバイス20は、圧電/電歪膜12の上部電極及び下部電極に駆動のための電圧が印加されていない場合、図3(A)

に示した初期状態を維持し、第1作動流体14はその表面積を最小にしようとし
て流路22のY軸方向中央部にて一つの流体塊となる。このとき、第1作動流体
14は流路22のY軸方向中央部近傍において同流路22の内壁面に実質的に接
触する。また、第2作動流体15は、流路22内であって第1作動流体14が存
在していない部分において、同流路22の内壁面に実質的に接触する。この場合
、初期状態における収容体21のY軸方向中央部での一対のセラミックシート1
1c, 11cの内壁面間の距離を、便宜上、第1距離と呼ぶ。

【0044】

この状態において、一対の圧電／電歪膜12, 12の上部電極と下部電極との
間に電圧を印加すると、各圧電／電歪膜12は横方向に（即ち、X-Y平面に略
平行な面内にて）収縮しようとするため、図3（B）に示したように、セラミック
シート11c, 11cの各中央部（圧電／電歪膜12が固定された部分）が互
いに接近するように屈曲変形する。その結果、流路22の断面形状が変化し、同
流路22のY軸方向中央部の断面積が小さくなる。この場合、一対のセラミック
シート11c, 11cの内壁面間の距離を、便宜上、第2距離と呼ぶ。

【0045】

このとき、第1作動流体14は、流路22の壁面に対する濡れ性が第2作動流
体15よりも良好でないから、同壁面から斥力を受け、表面積を最小にしようと
して断面積が大きな流路22のY軸方向両端部に分断されて移動し、同両端部に
てそれぞれ一つの流体塊となる。その際、第2作動流体15は、流路22のY軸
両端部にて圧縮されるとともに、第1作動流体14と流路22の内壁面（特に、
内壁面角部）との間に形成される隙を介して流路22の略中央部に流れ込み、同
中央部においても圧縮され、流路22の容積変化を吸収する。

【0046】

その後、一対の圧電／電歪膜12の上部電極及び下部電極に対する電圧の印加
を停止すると、セラミックシート11c及び圧電／電歪膜12は復元し、作動流
体移動デバイス20は図3（A）に示した初期状態に復帰する。これにより、第
1作動流体14は、流路22のY軸方向中央部に向けて移動し、同部において一
つの流体塊になる。以上が、本実施形態の作動である。

【0047】

この第2実施形態に係る作動流体移動デバイス20は、上記作動流体移動デバイス10が奏する（1）乃至（5）の効果を同様に奏する。また、圧電／電歪膜12を備えた一対のセラミックシート11c, 11cにより、流路22の変形量を大きくすることができる（第1距離と第2距離との差を大きくすることができる）、第1作動流体14を確実に分断することができるという効果を奏する。

【0048】

（第3実施形態）

次に、本発明の第3実施形態に係る作動流体移動デバイス30について図4（A）及び図4（B）を参照しながら説明する。なお、図4（A）は作動流体移動デバイス30の初期状態（第1の状態）における縦断面図であり、図4（B）は作動流体移動デバイス30の駆動状態（電圧印加時、第2の状態）における縦断面図である。作動流体移動デバイス30の平面図は、初期状態にあるときは図1（B）と同様であり、駆動状態にあるときは第1作動流体14が三つに分離する点を除き図2（B）と同様であるので省略する。また、電極11b, 11bは、図示が省略されている。

【0049】

この作動流体移動デバイス30は、上述した作動流体移動デバイス10の流路13が、その下壁面であってY軸方向中央部に凹部（溝部、又は切欠き部）を備えている点で同デバイス10と構成上相違している。より具体的に述べると、作動流体移動デバイス30は、作動流体移動デバイス10のセラミックシート11aをY軸方向中央部近傍に凹部31a1を備えるセラミックシート31aに置換することで構成された収容体31を備え、この収容体31が流路32を備えている点のみにおいて同デバイス10と異なっている。

【0050】

このように構成された作動流体移動デバイス30は、圧電／電歪膜12の上部電極及び下部電極に駆動のための電圧が印加されていない場合、図4（A）に示した初期状態を維持し、第1作動流体14はその表面積を最小にしようとして流

路32のY軸方向中央部にて一つの流体塊となる。この流体塊は、溝部31a1の全域に存在している。この場合、初期状態における収容体31のY軸方向中央部でのセラミックシート31aの溝部31a1上面とセラミックシート11cの下面の距離を、便宜上、第1距離と呼ぶ。

【0051】

この状態において、圧電／電歪膜12の上部電極と下部電極との間に電圧を印加すると、圧電／電歪膜12は横方向に収縮しようとするため、図4（B）に示したように、セラミックシート11cのY軸方向中央部が下方へ屈曲変形する。その結果、流路32のY軸方向中央部の断面積が小さくなる。この場合、収容体31のY軸方向中央部での溝部31a1上面とセラミックシート11cの下面の距離を、便宜上、第2距離と呼ぶ。

【0052】

このとき、第1作動流体14は、流路32の壁面に対する濡れ性が第2作動流体15よりも良好でないから、同壁面から斥力を受け、表面積を最小にしようとして一部が断面積の大きな流路32のY軸方向両端部に分断されて移動し、流路32の両端部と中央部にてそれぞれ一つの流体塊となる。つまり、第1作動流体14は、3つの流体塊に分離する。その際、第2作動流体15は、流路32のY軸両端部にて圧縮されるとともに、第1作動流体14と流路32の内壁面（特に、内壁面角部）との間に形成される隙を介して流路32の中央部側に流れ込み、第1作動流体14の流路32における中央部の流体塊と同流路32の両端部の流体塊との間においても圧縮され、流路32の容積変化を吸収する。

【0053】

その後、圧電／電歪膜12の上部電極及び下部電極に対する電圧の印加を停止すると、セラミックシート11c及び圧電／電歪膜12は復元し、作動流体移動デバイス30は図4（A）に示した初期状態に復帰する。これにより、流路32の両端部に分離していた第1作動流体14は、流路32のY軸方向中央部に向けて移動し、同部において一つの流体塊になる。以上が、本実施形態の作動である。

【0054】

この第3実施形態に係る作動流体移動デバイス30は、上記作動流体移動デバイス10が奏する(1)乃至(5)までの効果を同様に奏する。また、溝部31a1が形成されているから、初期状態において第1作動流体14が流路32の略中央部付近に確実に存在して一つの流体塊を形成するので、第1作動流体14の動きがより一層安定するという効果を奏する。

【0055】

(第4実施形態)

次に、本発明の第4実施形態に係る作動流体移動デバイス40について図5(A)乃至図5(C)を参照しながら説明する。なお、図5(A)は作動流体移動デバイス40の平面図であり、図5(B)及び図5(C)は作動流体移動デバイス40が初期状態(第1の状態)にあるとき及び駆動状態(電圧印加時、第2の状態)にあるときに図5(A)に示した4-4線に沿った平面にて同作動流体移動デバイス40をそれぞれ切断した断面図である。

【0056】

この作動流体移動デバイス40は、互いに直交するX軸、Y軸及びZ軸方向に沿って延びる各辺を有する略直方体形状のセラミックスからなる収容体41と、アクチュエータとしての圧電/電歪膜42とを備えている。収容体41は、その内部に流路43を備え、流路43は上記各実施形態と同様に液状の水銀である第1作動流体14と、水銀の蒸気である第2作動流体15とを収容している。収容体41の各軸に沿った辺の長さは、Y軸に沿った辺、X軸に沿った辺、Z軸に沿った辺の順で短い。

【0057】

収容体41は、Z軸正方向に順に積層され、焼成一体化されたセラミックシート41a～41cにより構成されている。セラミックシート41aは剛性が高く、その上面であって流路43のY軸方向中央部から所定距離だけ離れた位置(平面視で薄板部41c1の両外側位置)に、第1作動流体14との濡れ性が良好な材料(例えば、白金、金等)からなる一対の作動流体位置保持用の薄膜部41a1、41a2を備えている。

【0058】

セラミックシート41bは、長軸及び短軸がそれぞれY軸及びX軸方向に沿った長方形形状の貫通部を平面視で中央部分に備えている。セラミックシート41cは、平面視において中央部に長円形の薄板部41c1を備えるとともに、同薄板部41c1の周囲に厚板部41c2を備えている。薄板部41c1は、剛性が低いので、変形可能なダイヤフラム（セラミックスダイヤフラム）を構成している。

【0059】

セラミックシート41bの貫通部は、セラミックシート41aの上面とセラミックシート41cの下面により閉塞され、流路43を構成している。流路43は、セラミックシート41cの薄板部41c1が変形可能であることから、変形可能部を備えている。圧電／電歪膜42は、平面視でセラミックシート41cの薄板部41c1よりも僅かに小さい長円形状を有していて、同薄板部41c1の上面に焼成により一体化され、同圧電／電歪膜42の上面及び下面にそれぞれ形成された上部電極及び下部電極の間に電圧が印加されたとき、薄板部41c1の流路43上面を形成する部分を下方に変形させる力を発生するようになっている。

【0060】

このように構成された作動流体移動デバイス40は、作動流体移動デバイス10と同様に作動する。ただし、作動流体移動デバイス40は、作動流体位置保持用の薄膜部41a1、41a1を備えているから、その初期状態において、第1作動流体14が流路43のY軸方向中央部に確実に存在して一つの流体塊を形成する。この結果、作動流体移動デバイス40は、作動流体移動デバイス10が奏する（1）乃至（5）の効果に加え、第1作動流体14の動きがより一層安定するという効果を奏する。

【0061】

以上、説明したように、本発明の各実施形態によれば、応答性に優れ、且つ、エネルギー消費量の少ない作動流体移動デバイスが提供される。なお、本発明は上記実施形態に限定されることはなく、本発明の範囲内において以下に述べるような種々の変形例を採用することができる。

【0062】

(変形例1)

第1作動流体14は、水銀の他にガリウム合金等からなる液体金属、水、油等の液体、或いは不活性ガス等の気体であってもよい。第2作動流体15は、前記第1作動流体14とは化合・反応せず、且つ同第1作動流体14内に容易に溶解することのない流体であればよく、例えば、磁性材料、ガリウム合金の如き液体金属、水、油、不活性ガス等とすることができます。

【0063】

なお、第1作動流体14を不活性ガスとした場合であっても、ガリウム合金等のように酸素や水と容易に反応して酸化膜を形成する流体があるので、そのような流体を第2作動流体15として用いる場合には、上記流路内の酸素や水を完全に排除した状態で同第2作動流体15を封入することが好適である。このようにすることにより、各作動流体の移動度（移動のし易さ）を長期間に渡り良好に維持することができる。また、液体金属等は上記流路内にディスペンサー等を用いて容易に注入することができる。

【0064】

更に、上記流路と外部とを連通する流路内圧力の調整用孔及び同流路と外部とを連通する作動流体注入用の所定の直径（又は所定の断面形状）の孔を上記収容体に設けておき、同流路内の圧力と同作動流体注入用の孔を介して注入する作動流体に加える加圧力との差圧により、同作動流体を同流路に注入してもよい。これによれば、前記差圧及び／又は作動流体注入用の孔の直径（又は断面形状）を調整することで、前記注入する作動流体の量を精度良く調整することができる。

【0065】

(変形例2)

上記各実施形態の圧電／電歪膜12、42は、電極に挟まれた圧電／電歪膜が複数だけ積層された積層型圧電／電歪素子であってもよい。また、圧電／電歪膜の変形により、流路13、22、32、43の変形可能部（ダイヤフラム）を押圧して変形させてもよい。この場合、圧電／電歪膜と変形可能部とは焼成により一体化されている必要はない。また、変形可能部を変形させるアクチュエータと

しては、圧電／電歪膜12, 42に代えて、反強誘電体膜からなる膜型圧電素子を使用することもできる。さらに、マイクロマシン研究で盛んに研究されている、ギャップを介して対向する電極間に生じる静電力や、通電加熱により形状記憶合金に生じる変形力を、圧電膜の変形力に代えて使用し、これらの力により変形可能部を変形させてもよい。

【0066】

(変形例3)

変形可能部の内壁面を含む流路13, 22, 32, 43の内壁を、第1作動流体14との濡れ性が非良好な材料で被覆してもよい。また、変形可能部の内壁面を含む流路13, 22, 32, 43の内壁を、第1作動流体14との濡れ性が非良好となるように改質してもよい。更に、第1作動流体14の前記変形可能部を含む流路13, 22, 32, 43の内壁面に対する濡れ性が非良好となるように、同第1作動流体14に濡れ性改質剤を添加して同第1作動流体14を改質してもよい。この場合、第1作動流体14の濡れ性改質剤としては、適当な合金（単体、又は複数の合金の組成を調整したもの）を用いることができる。

【0067】

(変形例4)

上記各実施形態においては、一つのデバイスに変形可能部が一つだけ設けられていたが、一つのデバイスに複数の変形可能部が設けられていてもよい。この場合、変形可能部は、直線状やマトリクス状に配置・形成されていてもよく、任意の箇所に点在するように配置・形成されていてもよい。

【0068】

(変形例5)

上記各実施形態においては、第2作動流体15は圧縮性を有するものとされていてが、非圧縮性であってもよい。この場合、流路13, 22, 32, 43の圧電／電歪膜12, 42による容積変化分を吸収するため、同流路13, 22, 32, 43のY軸方向両端部又はY軸方向の一端部にダイヤフラム等からなる変形可能な容積変化吸収部を備えさせることが好適である。

【0069】

(変形例6)

上記各実施形態のデバイスは、オンーオフ型のスイッチとして構成されていたが、リレーに適用できる他、圧電／電歪膜12, 42を除去し、検出対象物により変形可能部を押圧するように構成することで、位置検出センサとして使用することもできる。

【0070】

(変形例7)

また、例えば、本発明による作動流体移動デバイスは、所謂ロッドレスシリンダーを、マイクロマシン化するためのデバイスとしても用いることができる。ロッドレスシリンダーは、例えば米国特許3,779,401に開示されるように、シリンダー稼動部が完全に密封されていて、密封された空間内で動く稼動部（本願でいう第1作動流体14）と磁力により結ばれた作動部が密封空間の外部で往復運動を行い、同可動部の動きを当該ロッドレスシリンダーの系外に及ぼすことができるものである。従って、本発明の第1作動流体14を磁性体で形成し、外部に第1作動流体14と磁力により結ばれた作動部を形成すれば、本発明による作動流体移動デバイスを適用したマイクロ・ロッドレスシリンダーを得ることができる。

【0071】

(変形例8)

作動流体移動デバイスは、図6（A）及び図6（B）に、それぞれ初期状態及び駆動状態にある作動流体移動デバイスの断面を概念的に示したように、初期状態（第1の状態）にあるときに、流路のY軸負方向側の断面積がY軸正方向側の断面積よりも大きくなるとともに、駆動状態（第2の状態）となったときにY軸負方向側の断面積がY軸正方向側の断面積より小さくなるように構成することが好適である。これによれば、第1作動流体を、第1及び第2の状態それぞれにおいて、狙い通りの位置に確実に留まらせることが可能となる。

【0072】

(変形例9)

また、本発明による作動流体移動デバイスは、例えば流路13, 22, 32,

4 3 を形成する壁面の一部ないし全体に透光性を有する材質を選択し、第1作動流体14を気泡、有色液体や蛍光液体の液胞、又は光反射可能な微小金属体などで構成すれば、光学ディスプレイ素子を得ることもできる。更に、外部から磁気的、光学的、又は電気的手段等により第1作動流体14の位置を検知することにより、本発明による作動流体移動デバイスをメモリー素子として使用することもできる。また、第1作動流体14に振動運動を行わせつつ、その運動にコリオリ力等の外力が及ぼす影響を電気的あるいは光学的等の手段によりセンシングすることで、ジャイロ等のセンサを形成することもできる。

【0073】

(変形例10)

上記各実施形態においては、複数枚のセラミックグリーンシートを焼成・一体化することで上記収容体を形成していた。これに対し、焼成後のセラミックス又はガラスシート等を、レーザー加工、サンドブラスト、エッティング、及びフォトリソグラフィー等の手法を用いて加工し、その加工したシートを接着（接合）することで上記収容体を製造することもできる。この接着には、熱硬化性樹脂、又は紫外線（UV）硬化性樹脂等を接着剤として用いることができる。また、これらの接着剤をスピンドルコーター等を用いて接着面に均一な膜となるように塗布すれば、より一層機密性の高い接着を行うことができる。

【0074】

(変形例11)

変形例11は、概念図である図7（D）に示したように、一つの極（Pole）と他の一つの極（Throw）とを備えたS P S T（Single Pole Single Throw、单極单投）スイッチを構成した作動流体移動デバイス50である。図7（A）は係る作動流体移動デバイス50の平面図である。図7（B）は、作動流体移動デバイス50が初期状態（第1の状態）にあるときに図7（A）の5-5線に沿った平面にて同作動流体移動デバイス50を切断した断面図である。図7（C）は作動流体移動デバイス50が駆動状態（電圧印加時、第2の状態）にあるときに図7（A）の5-5線に沿った平面にて同作動流体移動デバイス50を切断した断面図である。

【0075】

作動流体移動デバイス50は、図5に示した作動流体移動デバイス40のセラミックシート41aをセラミックシート51aに置換することで構成された流路52を含む収容体51を備える点のみにおいて同デバイス10と異なっている。

【0076】

セラミックシート51aは剛性が高く、Z軸方向に貫通した電極53と電極54とを備えている。電極53、54は第1作動流体14との濡れ性が良好な導電性材料（例えば、白金、金等）からなり、上述した薄膜部41a1、41a1と同様に第1作動流体14の位置を保持する機能を備えている。電極53はS P S Tスイッチの極（Pole）を構成し、電極54はS P S Tスイッチの投（Throw）を構成するものである。

【0077】

電極53、54は、セラミックシート51aの上面（Z軸正方向側の面）にて同上面に沿うように形成された電極部（端子）53a、54aをそれぞれ備えている。電極部53a、54aは、流路52のY軸方向中央部から所定距離だけ離れた位置（平面視で薄板部41c1の両外側位置）に配設されている。また、電極53、54は、セラミックシート51aの下面にて同下面に沿うように形成された接続部53b、54bをそれぞれ備えている。

【0078】

このように構成された作動流体移動デバイス50は、作動流体移動デバイス10と実質的に同様に作動する。即ち、作動流体移動デバイス50は、圧電／電歪膜42の上部電極及び下部電極に駆動のための電圧が印加されていない場合、図7（B）に示した初期状態を維持する。この場合、第1作動流体14は、流路52の中央部にて一つの流体塊となる。この結果、電極部53a及び電極部54aは一つの流体塊となっている導電性の第1作動流体14により同時に覆われるので、電極53と電極54とは導通状態となる。

【0079】

この状態において、圧電／電歪膜42の上部電極と下部電極との間に電圧を印加すると、図7（C）に示したように、セラミックシート41cのY軸方向中央

部（薄板部41c1）が下方へ屈曲変形する。その結果、流路52のY軸方向中央部の断面積（Y軸方向に直交する平面で流路52を切断した断面の面積）が小さくなる。

【0080】

従って、第1作動流体14は、流路52の壁面から斥力を受け、表面積を最小にしようとして断面積が大きな流路52のY軸方向両端部に分断（分離）されて移動し、同両端部にてそれぞれ一つの流体塊となる。この結果、電極部53a及び電極部54aは、二つに分離した第1作動流体14の流体塊それぞれにより覆われる。しかしながら、二つに分離した第1作動流体14の流体塊の間には絶縁性の第2作動流体15が存在することになるので、電極53と電極54とは非導通状態となる。

【0081】

その後、圧電／電歪膜42の上部電極及び下部電極に対する電圧の印加を停止すると、セラミックシート41c及び圧電／電歪膜42は復元し、作動流体移動デバイス50は図7（B）に示した初期状態に復帰する。これにより、二つに分離した第1作動流体14の各流体塊は（流路52のY軸方向両端部において圧縮された第2作動流体15からの力も受け）流路52のY軸方向中央部に向けて移動し、同部において一つの流体塊になる。この結果、電極53と電極54は再び導通状態となる。以上が、本変形例の作動である。

【0082】

この変形例のように、流路変形部（流路52に露呈した薄板部41c1及び圧電／電歪膜42（更には、第1作動流体14））はS P S Tスイッチの導通状態の切換器（端子導通状態の切換器）を構成する。また、作動流体移動デバイス50は、作動流体移動デバイス40と同様に、電極部53a, 54aが第1作動流体位置保持用の薄膜部としても機能するから、その初期状態において、第1作動流体14が流路52のY軸方向中央部に確実に存在して一つの流体塊を形成する。この結果、作動流体移動デバイス50は、作動流体移動デバイス10が奏する（1）乃至（5）の効果に加え、第1作動流体14の動きがより一層安定するので、高速スイッチングが可能で且つ切換動作が安定したS P S Tスイッチとなる

。また、この例では、電極部53a, 54aが、常に第1作動流体14に覆われた状態に維持される。従って、電極部53a, 54aが劣化し難いという利点も得られる。

【0083】

(変形例12)

変形例12は、概念図である図8 (C) に示したように、一つの共通端子 (COM) と、一つの常閉 (ノーマリークローズ、NC) 端子と、一つの常開 (ノーマリーオープン、NO) 端子とを備えたSPDT (Single Pole Double Throw、单極双投) スイッチを構成した作動流体移動デバイス60である。図8 (A) は係る作動流体移動デバイス60が初期状態にあるときの縦断面図である。図8 (B) は作動流体移動デバイス60が作動状態 (切換状態) にあるときの縦断面図である。

【0084】

この作動流体移動デバイス60は、図7に示した作動流体移動デバイス50の二つをY軸方向に隣接させ、それらの収容体を一体化したものと実質的に同じ構成を有している。より具体的に述べると、作動流体移動デバイス60の収容体61は、Y軸に沿って二つの流路62, 63を備えている。ここでは、便宜上、図8 (A) 及び (B) の左側に示された流路を左側流路 (第1流路) 62と呼び、図8 (A) 及び (B) の右側に示された流路を右側流路 (第2流路) 63と呼ぶ。流路62, 63のそれぞれには、第1作動流体14と第2作動流体15とが収容されている。

【0085】

左側流路62の中央部上方には圧電/電歪膜64が備えられ、その圧電/電歪膜64は左側流路62の変形可能部を構成することになる薄板部65の上面に固定されている。圧電/電歪膜64及び薄板部65は、作動流体移動デバイス50の圧電/電歪膜42及び薄板部41c1と同一の構成を備えている。同様に、右側流路63の中央部上方には圧電/電歪膜66が備えられ、その圧電/電歪膜66は右側流路63の変形可能部を構成することになる薄板部67の上面に固定されている。圧電/電歪膜66及び薄板部67も、作動流体移動デバイス50の圧

電／電歪膜42及び薄板部41c1と同一の構成を備えている。

【0086】

収容体61は、合計で4個の電極62a, 62b, 63a, 63bを備えている。一対の電極62a, 62bは、左側流路62の下面に沿うように配置された電極部62a1, 62b1をそれぞれ備えている。また、一対の電極62a, 62bは、収容体61の下面に沿うように形成された接続部62a2, 62b2をそれぞれ備えている。一対の電極62a, 62bの流路62に対する位置関係は、作動流体移動デバイス50の一対の電極53, 54の流路52に対する位置関係と同様である。

【0087】

一対の電極63a, 63bは、右側流路63の下面に沿うように配置された電極部63a1, 63b1をそれぞれ備えている。また、一対の電極63a, 63bは、収容体61の下面に沿うように形成された接続部63a2, 63b2をそれぞれ備えている。一対の電極63a, 63bの流路63に対する位置関係は、作動流体移動デバイス50の一対の電極53, 54の流路52に対する位置関係と同様である。

【0088】

左側通路62の右側にある電極62bの接続部62b2は、右側通路63の左側にある電極63aの接続部63a2と収容体61の外部にて電気的に接続されている。この接続点がS P D Tスイッチの共通端子COMを構成している。

【0089】

次に、作動流体移動デバイス60の作動について説明する。図8(A)に示したように、作動流体移動デバイス60が初期状態にあるとき、左側流路62の圧電膜64の上部電極及び下部電極の間には電圧を印加しない(第1の状態とする。)。従って、左側流路62内の第1作動流体14は、左側流路62の中央部にて一つの流体塊となり、この一つの流体塊は電極部62a1及び電極部62b1を同時に覆う。その結果、電極62aと電極62bとは導通状態となる。

【0090】

一方、作動流体移動デバイス60が初期状態にあるとき、右側流路63の圧電

／電歪膜66の上部電極及び下部電極の間に電圧を印加しておく（第2状態とする。）。従って、圧電／電歪膜66の作動により薄板部67が下方に屈曲変形し、右側流路63のY軸方向中央部の断面積が小さくなる。この結果、右側流路63の第1作動流体14は右側流路63の壁面から斥力を受け、二つの分離した流体塊となる。

【0091】

かかる状態においては、右側流路63内の左側の第1作動流体14の流体塊は左側の電極部63a1を覆う。右側流路63内の右側の第1作動流体14の流体塊は右側の電極部63b1を覆う。しかしながら、この二つに分離した第1作動流体14の流体塊の間には絶縁性の第2作動流体15が存在することになるので、電極63aと電極63bとは非導通状態となる。

【0092】

次に、左側流路62の圧電／電歪膜64の上部電極と下部電極との間に電圧を印加する（第2の状態とする）とともに、右側流路63の圧電／電歪膜66の上部電極と下部電極に対する電圧の印加を停止する（第1の状態とする。）。この状態を、便宜上、切換状態と呼ぶ。この切換状態では、図8（B）に示したように、圧電／電歪膜64の作動により薄板部65が下方に屈曲変形し、左側流路62のY軸方向中央部の断面積が小さくなる。この結果、左側流路62の第1作動流体14は左側流路62の壁面から斥力を受け、二つの分離した流体塊となる。

【0093】

かかる状態においては、左側の第1作動流体14の流体塊は左側流路62の左側の電極部62a1を覆う。右側の第1作動流体14の流体塊は左側流路62の右側の電極部62b1を覆う。しかしながら、この二つに分離した第1作動流体14の流体塊の間には絶縁性の第2作動流体15が存在することになるので、電極62aと電極62bとは非導通状態となる。

【0094】

一方、右側流路63の圧電／電歪膜66は復元し、薄板部67も通常の状態（平面状）に復帰する。この結果、右側流路63の第1作動流体14は中央部にて一つの流体塊となり、この一つの流体塊は電極部63a1及び電極部63b1を

同時に覆う。その結果、電極63aと電極63bとは導通状態となる。

【0095】

その後、左側流路62の圧電／電歪膜64の上部電極及び下部電極の間への電圧印加を停止し、右側流路63の圧電／電歪膜66の上部電極及び下部電極の間に電圧を印加する。これにより、作動流体移動デバイス60は図8（A）に示した初期状態に復帰する。以上が、作動流体移動デバイス60の作動である。

【0096】

以上、説明したように、作動流体移動デバイス60においては、初期状態か切換状態かにかかわらず電極62bと電極63aは導通状態に維持される。一方、電極62aと電極62bは初期状態において導通状態におかれ、切換状態において非導通状態におかれ。従って、電極62aは常閉（ノーマリークローズ）の端子を構成する。他方、電極63aと電極63bは初期状態において非導通状態におかれ、切換状態において導通状態におかれ。従って、電極63bは常開（ノーマリークオープン）の端子を構成する。

【0097】

このように、作動流体移動デバイス60は作動流体移動デバイス50を二つ利用している。従って、作動流体移動デバイス60は、作動流体移動デバイス50が有する高速応答性等の利点を総べて兼ね備えたS P D Tスイッチとなっている。

【0098】

なお、上記の例においては、初期状態において圧電／電歪膜66の上部電極及び下部電極の間に電圧を印加しておく必要がある構成となっていたが、圧電／電歪膜66の上部電極及び下部電極の間に電圧を印加しない状態において同圧電／電歪膜66及び薄板部67が下方へ屈曲変形して図8（A）に示した状態となるように予め形成しておき、切換状態において圧電／電歪膜66の上部電極及び下部電極の間に電圧を印加し、圧電／電歪膜66及び薄板部67を上方へ変形させて図8（B）に示した状態になるように構成してもよい。

【0099】

（変形例13）

変形例13は、変形例12と同じく、概念図である図9（C）に示したようなS P D Tスイッチを構成した作動流体移動デバイス70である。図9（A）は係る作動流体移動デバイス70が初期状態にあるときの縦断面図である。図9（B）は作動流体移動デバイス70が作動状態（切換状態）にあるときの縦断面図である。また、図10は、この作動流体移動デバイス70の平面図を概念的に示した図である。

【0100】

この作動流体移動デバイス70は、一つの流路内に3個の電極部（端子）を設けることによりS P D Tスイッチを構成している。より具体的に述べると、作動流体移動デバイス70の収容体71は、Y軸に沿って延びた直線状の一つの流路72を備えている。流路72には第1作動流体14a, 14bと第2作動流体15とが収容されている。第1作動流体は、後述する初期状態及び切換状態の何れの状態においても、二つの流体塊14a, 14bとして存在する。図9において、便宜上、流路72の左側及び右側に位置する第1作動流体の塊を左側第1作動流体14a及び右側作動流体14bとそれぞれ呼ぶ。第2作動流体15は、第1作動流体14が存在していない部分を満たすようになっている。

【0101】

収容体71は、流路72の中央部よりも図9において左側の上方に圧電／電歪膜74を備えている。圧電／電歪膜74は、流路72の中央部よりも図9において左側に形成された変形可能部を構成することになる薄板部75の上面に固着されている。圧電／電歪膜74及び薄板部75は、作動流体移動デバイス40, 50の圧電／電歪膜42及び薄板部41c1と同一の構成を備えている。

【0102】

同様に、収容体71は、流路72の中央部よりも図9において右側の上方に圧電／電歪膜76を備えている。圧電／電歪膜76は、流路72の中央部よりも図9において右側に形成された変形可能部を構成することになる薄板部77の上面に固着されている。圧電／電歪膜76及び薄板部77は、作動流体移動デバイス40, 50の圧電／電歪膜42及び薄板部41c1と同一の構成を備えている。

【0103】

収容体71は、合計で3個の電極72a, 72b, 72cを図9において左から順に備えている。電極72a, 72b, 72cは、流路72の下面に沿うように配置された電極部72a1, 72b1, 72c1をそれぞれ備えている。電極部72a1は薄板部75の直下よりも僅かだけ左側に、電極部72b1は薄板部75と薄板部77との間の部分の直下に、電極部72c1は薄板部77の直下よりも僅かだけ右側に形成されている。また、電極72a, 72b, 72cは、収容体71の下面に沿うように形成された接続部72a2, 72b2, 72c2をそれぞれ備えている。

【0104】

次に、作動流体移動デバイス70の作動について説明する。図9（A）に示したように、作動流体移動デバイス70が初期状態にあるとき、圧電／電歪膜74の上部電極及び下部電極の間には電圧を印加しない。このとき、左側第1作動流体14aは、相対的に長い一つの流体塊となり、電極部72a1及び電極部72b1を同時に覆う。その結果、電極72aと電極72bとは導通状態となる。

【0105】

一方、作動流体移動デバイス70が初期状態にあるとき、圧電／電歪膜76の上部電極及び下部電極の間に電圧を印加しておく。従って、圧電／電歪膜76の作動により薄板部77が下方に屈曲変形し、薄板部77の下方における流路72の断面積が小さくなる。この結果、右側第1作動流体14bは流路72壁面（薄板部77の下面）から斥力を受け、薄板部77の直下には存在せず、流路72の図9における右側端部にて一つの流体塊となる。

【0106】

かかる状態においては、右側第1作動流体14bは電極部72c1を覆うが、電極部72b1を覆わない。また、左側第1作動流体14aと右側作動流体14bの間には絶縁性の第2作動流体15が存在することになる。この結果、電極72cと電極72bとは非導通状態となる。

【0107】

次に、圧電／電歪膜74の上部電極と下部電極との間に電圧を印加するとともに、圧電／電歪膜76の上部電極と下部電極に対する電圧の印加を停止する。こ

の状態を、便宜上、切換状態と呼ぶ。この切換状態では、図9（B）に示したように、圧電／電歪膜74の作動により薄板部75が下方に屈曲変形し、薄板部75下方における流路72の断面積が小さくなる。この結果、左側第1作動流体14aは流路72壁面（薄板部75の下面）から斥力を受けて二つに分離し、一つは流路72の図9における左側端部にて相対的に短い流体塊となるとともに、他の一つは図9における右側方向に移動して右側第1作動流体14bと一体となる。

【0108】

かかる状態においては、左側第1作動流体14aは電極部72a1を覆うが、電極部72b1を覆わない。また、左側第1作動流体14aと右側作動流体14bの間には絶縁性の第2作動流体15が存在することになる。この結果、電極72aと電極72bとは非導通状態となる。

【0109】

一方、圧電／電歪膜76は復元し、薄板部77も通常の状態（平面状）に復帰する。この結果、右側第1作動流体14bは相対的に長い一つの流体塊となり、この一つの流体塊は電極部72b1及び電極部72c1を同時に覆う。従って、電極72bと電極72cとは導通状態となる。

【0110】

その後、圧電／電歪膜74の上部電極及び下部電極に対する電圧印加を停止し、圧電／電歪膜76の上部電極及び下部電極の間に電圧を印加する。これにより、作動流体移動デバイス70は図9（A）に示した初期状態に復帰する。以上が、作動流体移動デバイス70の作動である。

【0111】

以上、説明したように、初期状態においては、電極72bと電極72aは導通状態を維持し、電極72bと電極72cは非導通状態となる。一方、切換状態において電極72bと電極72aは非導通状態となり、電極72bと電極72cは導通状態となる。従って、電極72aは常閉（ノーマリークローズ）の端子を構成し、電極72cは常開（ノーマリークオーブン）の端子を構成する。

【0112】

このように、作動流体移動デバイス70は、作動流体移動デバイス50と同様に、斥力をを利用して第1作動流体を移動せしめているので、作動流体移動デバイス50が有する高速応答性等の利点を総べて兼ね備えたS P D Tスイッチとなっている。

【0113】

なお、上記の例においては、初期状態において圧電／電歪膜76の上部電極及び下部電極の間に電圧を印加しておく必要がある構成となっていたが、圧電／電歪膜76の上部電極及び下部電極の間に電圧を印加しない状態において同圧電／電歪膜76及び薄板部77が下方へ屈曲変形して図9（A）に示した状態となるように予め形成しておき、切換状態において圧電／電歪膜76の上部電極及び下部電極の間に電圧を印加し、薄板部77を上方へ変形させて図9（B）に示した状態となるように構成してもよい。

【0114】

（変形例14）

変形例14は、変形例13と同様に、一つの（同一の）流路に複数の切換器を設けた作動流体移動デバイスである。即ち、変形例14に係る作動流体移動デバイス80は、概念的な平面図である図11（A）に示したように、一つの流路82と、その流路82に対して形成された4個の切換器84～87と、電極82a～82fと、流路82の中央に形成されて流路82の断面積を小さくし第1作動流体の通過を阻止する絞り部83とを備えている。

【0115】

切換器84は電極82aと82bの間に設けられ、切換器85は電極82bと電極82cを含む部分の間に設けられている。これら、切換器84、85と電極82a～82cは、実質的に図10に示した作動流体移動デバイス70と同じであり、一つのS P D Tスイッチを構成している。切換器86は電極82dと82eの間に設けられ、切換器87は電極82eと電極82fの間に設けられている。これら、切換器86、87と電極82d～82fを含む部分は、実質的に作動流体移動デバイス70と同じであり、図10（B）に示した一つのS P D Tスイッチを構成している。

【0116】

このように、作動流体移動デバイス80は、一つの流路82を用いて、図11(B)に示した二つのS P D Tスイッチを構成している。

【0117】

また、変形例14に係る他の作動流体移動デバイス90は、図12(A)に示したように、一つの流路92と、その流路92に対して形成された6個の切換器93~98と、電極92a~92iと、流路92の中央に形成されて流路91の断面積を小さくし第1作動流体の通過を阻止する絞り部92-1及び92-2とを備えている。電極92a~92iは、図12(A)において流路92の左から順に形成されている。絞り部92-1及び92-2は、それぞれ電極92cと電極92dの間及び電極92fと電極92gの間に設けられている。

【0118】

切換器93は電極92aと92bの間に設けられ、切換器94は電極92bと電極92cの間に設けられている。これら、切換器93, 94と電極92a~92cを含む部分は、実質的に図10に示した一つの作動流体移動デバイス70と同じであり、一つのS P D Tスイッチを構成している。切換器95は電極92dと92eの間に設けられ、切換器96は電極92eと電極92fの間に設けられている。これら、切換器95, 96と電極92d~92fを含む部分は、実質的に作動流体移動デバイス70と同じであり、一つのS P D Tスイッチを構成している。同様に、切換器97は電極92gと92hの間に設けられ、切換器98は電極92hと電極92iの間に設けられている。これら、切換器97, 98と電極92g~92iを含む部分は、実質的に作動流体移動デバイス70と同じであり、一つのS P D Tスイッチを構成している。

【0119】

このように、作動流体移動デバイス90は、一つの流路92を用いて、図12(B)に示した3個のS P D Tスイッチを構成している。

【0120】

以上に説明した作動流体移動デバイス70~90は、一つの(同一の)流路内に複数の電極部(第1作動流体14, 14a, 14b)により導通状態と非導通状

態との間で切り換えられる端子) と切換器とを備えている。即ち、これらのデバイスは、各流路の変形可能部(薄板部)が変形する前は前記第1作動流体を介して導通状態及び非導通状態のうちの一つの状態となり、同変形可能部が変形した後は同第1作動流体が移動することに伴って導通状態及び非導通状態のうちの他の一つの状態となる少なくとも一对の端子を備える形式の作動流体移動デバイスが、一つの流路に前記変形可能部及び前記一对の端子からなる端子導通状態切換器(切換装置)を複数形成したものとなっている。これは、一つの流路を使用して複数のスイッチを構成したスイッチングユニットである。

【0121】

これによれば、一つの流路に一つの端子導通状態切換器を形成した作動流体移動デバイスを複数個使用した場合と同じスイッチング機能を達成できるとともに、流路本数が少ないので、第1、第2作動流体を流路内に充填するのに要する手間及び労力等を低減することができる。また、一つの端子(電極部)を、同一つの端子を挟むように隣接する二つの端子に対する共通電極(例えば、電極72b、82b、82e、92b…等)として使用することも可能となり、この場合、端子数を低減することができるので、デバイスのコストを低下させることができる。

【0122】

更に、この場合、二つ以上の流路変形部を使用するので、少なくとも一つの流路変形部を変形させずに他の全ての流路変形部を変形させた場合でも、流路内の(最大の)圧力変化量(圧力減少量及び/又は圧力増加量)は、一つの流路に一つの切換装置を形成した作動流体移動デバイスにおける流路変形部の変形に伴う圧力変化量よりも小さくなる(又は、同等以下となる)。

【0123】

また、上記作動流体移動デバイス70~90は、それぞれの収容体71、81、91が、一つの流路72、82、92に対して前述した変形可能部を複数有するとともに、各変形可能部の変形により同各変形可能部における同流路の内壁面に実質的に接触する前記第1作動流体が同内壁面から受ける斥力によって移動するように構成されていると言うこともできる。

【0124】

これによれば、一つの流路に一つの変形可能部を形成した作動流体移動デバイスを複数個使用した場合と実質的に同じ機能を達成できるとともに、流路本数が少ないので、第1、第2作動流体を流路内に充填するのに要する手間及び労力等を低減することができる。また、第1作動流体の移動速度を決定する要因となる流路内圧力の調整回数を低減することができる。

【0125】

更に、二つ以上の流路変形部を使用するので、少なくとも一つの流路変形部を変形させずに他の全ての流路変形部を変形させた場合でも、流路内の圧力変化量（圧力減少量及び／又は圧力増加量）を、一つの流路に一つの流路変形部を形成した作動流体移動デバイスにおける同流路変形部の変形に伴う圧力変化量よりも低減することができる。

【0126】

(変形例15)

変形例15は、変形例4で述べた変形可能部（即ち、切換器）をマトリクス状に配置した作動流体移動デバイスを試験装置に適用した例である。具体的に述べると、この作動流体移動デバイス200（スイッチングユニット200）は、図13に示されたように、マトリクス状（この例では、4行4列のマトリクス状）に配置された複数の作動流体移動デバイス50を備えている。

【0127】

第1被試験装置201の一対の端子はA行及びB行を構成する接続線LA、LBにそれぞれ接続されている。第2被試験装置202の一対の端子はC行及びD行を構成する接続線LC、LDにそれぞれ接続されている。また、第1信号源211及び第2信号源212は、第1列及び第2列をそれぞれ構成する接続線L1及びL2にそれぞれ接続されている。更に、第1測定器221及び第2測定器222は、第3列及び第4列をそれぞれ構成する接続線L3及びL4にそれぞれ接続されている。

【0128】

各作動流体移動デバイス50は、各列及び各行の信号線の間に配置されている

。例えば、A行の接続線L Aと第1列の接続線L 1の間に一つの作動流体移動デバイス50が配置され、作動流体移動デバイス50はこれらの接続線L A, L 1間の導通状態を切り換えられるようになっている。つまり、第n行(nはA～D)の接続線L nと第m列(mは1～4)の接続線L mとの間に一つの作動流体移動デバイス50が配置され、この作動流体移動デバイス50により接続線L nと接続線L mの導通状態が切り換えられるようになっている。

【0129】

かかる構成において、例えば、第1信号源211を使用して第1被試験装置201に信号を供給し、その際の第1被試験装置201の状態(出力)を第1測定器221で計測する場合、B行第1列の作動流体移動デバイス50を作動して接続線L Bと接続線L 1を導通状態とともに、A行第3列の作動流体移動デバイス50を作動して接続線L Aと接続線L 3を導通状態とする。

【0130】

これにより、第1信号源211からの信号が接続線L 1、B行第1列の作動流体移動デバイス50及び接続線L Bを介して第1被試験装置201に供給され、第1被試験装置201の出力が接続線L A、A行第3列の作動流体移動デバイス50及び接続線L 3を介して第1測定器221に供給される。

【0131】

このように、本変形例の作動流体移動デバイス200は、作動流体移動デバイス50をマトリクス状に配置して使用する接続線の切り換えを行うスイッチングユニットとなっている。本発明による作動流体移動デバイスは、セラミックス積層プロセスを利用することが可能であるので、作動流体移動デバイス200のように複数個のスイッチを同一面内に経済的に形成・製造することができる。また、本発明によれば、一つのスイッチングユニット内に形成される複数の作動流体移動デバイス間の特性ばらつき(スイッチング性能のばらつき)が小さいので、信頼性の高いスイッチングユニットを提供することができる。

【0132】

なお、上記スイッチングユニット(作動流体移動デバイス)200を、更に積層することにより、三次元的なスイッチングが可能なスイッチングユニットを構

成することも可能である。これによれば、集積度が高く、より小型で且つ低コストのスイッチングユニットを提供することができる。

【0133】

(変形例16)

上記各実施形態においては、駆動状態において第1作動流体14が確実に移動又は分離（分断）したか否か、及び、初期状態に戻ったときに同作動流体14が確実に一体化したか否かを確認できるように構成することができる。具体的には、収容体外部から流路まで光が到達可能となるように同収容体の一部又は全部を透明な材質（透光性を有する材質で）構成し、例えば、レーザー等の光学式位置検出装置を用いて第1作動流体14の位置及び／又は状態を確認するようになることができる。また、第1作動流体14が液体金属であれば、電界中を液体金属が移動することにより生じる渦電流を検出することで、同第1作動流体14の位置及び／又は状態を確認するようになることができる。更に、超音波を流路に対して与え、その反射波を検出することによっても、第1作動流体14の位置及び／又は状態を確認するようになることができる。

【0134】

以上、説明したように、本発明の各実施形態及び各変形例に係る作動流体移動デバイスは、エネルギーの変換ロスが小さく、且つ、応答性良く作動流体を移動することができるデバイスとなっている。なお、上述した各実施形態及び各変形例は、適宜組合せて使用することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1（A）は本発明の第1実施形態に係る作動流体移動デバイスの初期状態における断面図であり、図1（B）は同作動流体移動デバイスの同初期状態における平面図である。

【図2】 図2（A）は本発明の第1実施形態に係る作動流体移動デバイスの駆動状態における断面図であり、図2（B）は同作動流体移動デバイスの同駆動状態における平面図である。

【図3】 図3（A）は本発明の第2実施形態に係る作動流体移動デバイスの初期状態における断面図であり、図3（B）は同作動流体移動デバイスの駆動状態

における縦断面図である。

【図4】 図4 (A) は本発明の第3実施形態に係る作動流体移動デバイスの初期状態における断面図であり、図4 (B) は同作動流体移動デバイスの駆動状態における縦断面図である。

【図5】 図5 (A) は本発明の第4実施形態に係る作動流体移動デバイスの平面図、図5 (B) は同デバイスが初期状態にあるときに図5 (A) に示した4-4線に沿った平面にて同デバイスを切断した断面図、及び図5 (C) は同デバイスが駆動状態にあるときに図5 (A) に示した4-4線に沿った平面にて同デバイスを切断した断面図である。

【図6】 図6 (A) は本発明による作動流体移動デバイスの変形例の初期状態における断面を概念的に示した図であり、図6 (B) は同作動流体移動デバイスの変形例の駆動状態における断面を概念的に示した図である。

【図7】 図7 (A) は本発明による作動流体移動デバイスの変形例の平面図、図7 (B) は同作動流体移動デバイスが初期状態にあるときに図7 (A) の5-5線に沿った平面にて同作動流体移動デバイスを切断した断面図、図7 (C) は同作動流体移動デバイスが駆動状態にあるときに図7 (A) の5-5線に沿った平面にて同作動流体移動デバイスを切断した断面図、図7 (D) は同作動流体移動デバイスの変形例の機能を示した図である。

【図8】 図8 (A) は本発明による作動流体移動デバイスの他の変形例の初期状態における断面を概念的に示した図、図8 (B) は図8 (A) に示した作動流体移動デバイスの駆動状態における断面を概念的に示した図、図8 (C) は図8 (A) に示した作動流体移動デバイスの機能を示した図である。

【図9】 図9 (A) は本発明による作動流体移動デバイスの他の変形例の初期状態における断面を概念的に示した図、図9 (B) は図9 (A) に示した作動流体移動デバイスの駆動状態における断面を概念的に示した図、図9 (C) は図9 (A) に示した作動流体移動デバイスの機能を示した図である。

【図10】 図9 (A) 及び (B) に示した作動流体移動デバイスの概念的平面図である。

【図11】 図11 (A) は本発明による作動流体移動デバイスの他の変形例の

概念的平面図、図11（B）は図11（A）に示した作動流体移動デバイスの機能を示した図である。

【図12】 図12（A）は本発明による作動流体移動デバイスの他の変形例の概念的平面図、図12（B）は図12（A）に示した作動流体移動デバイスの機能を示した図である。

【図13】 本発明による作動流体移動デバイスの他の変形例を示した概念図である。

【図14】 従来の作動流体移動デバイスの概念図である。

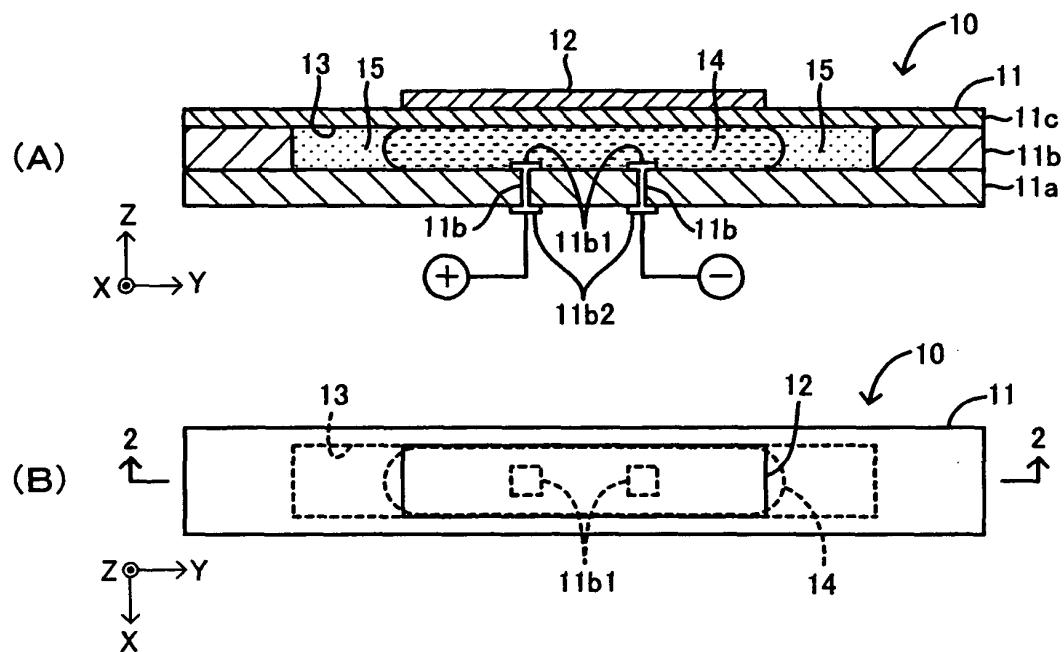
【図15】 図14に示した作動流体移動デバイスの流路の断面図である。

【符号の説明】

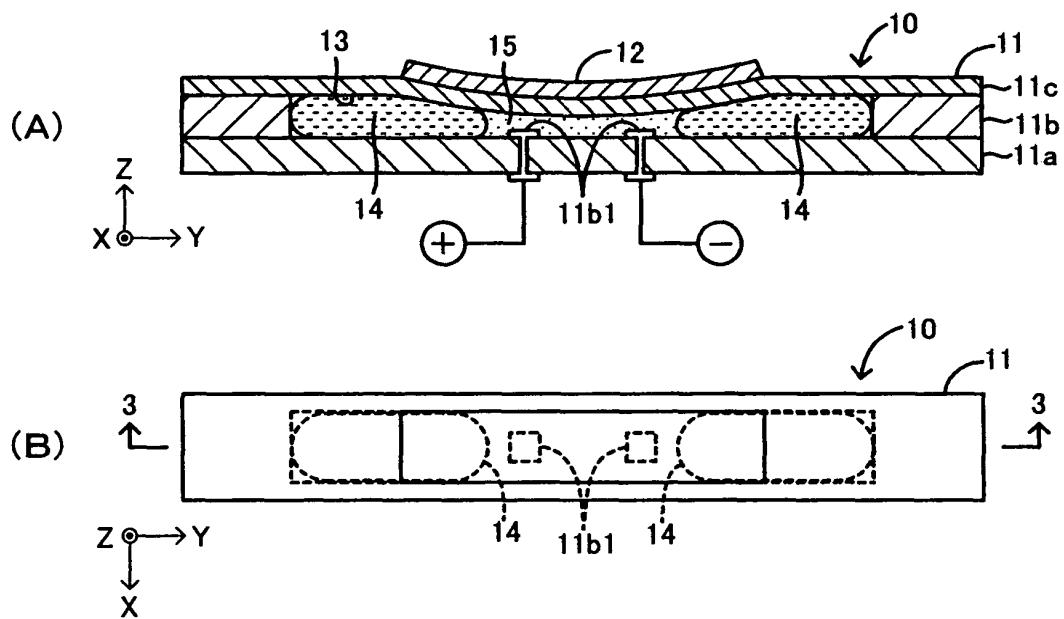
10…作動流体移動デバイス、11…収容体、11a～11c…セラミックシート、11b1…電極部、12…圧電／電歪膜、13…流路、14…第1作動流体、15…第2作動流体。

【書類名】 図面

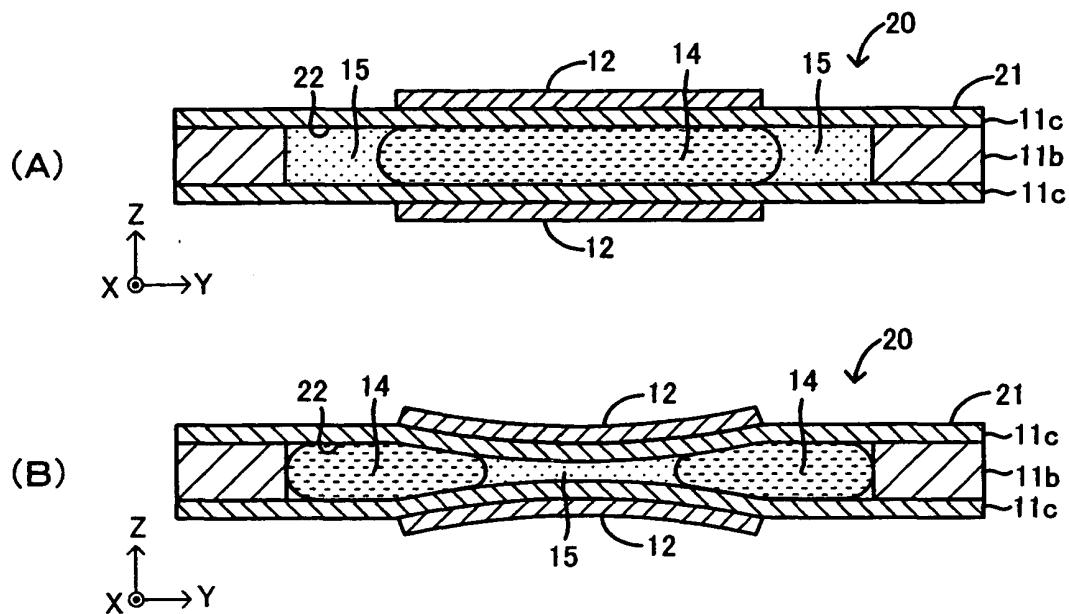
【図1】



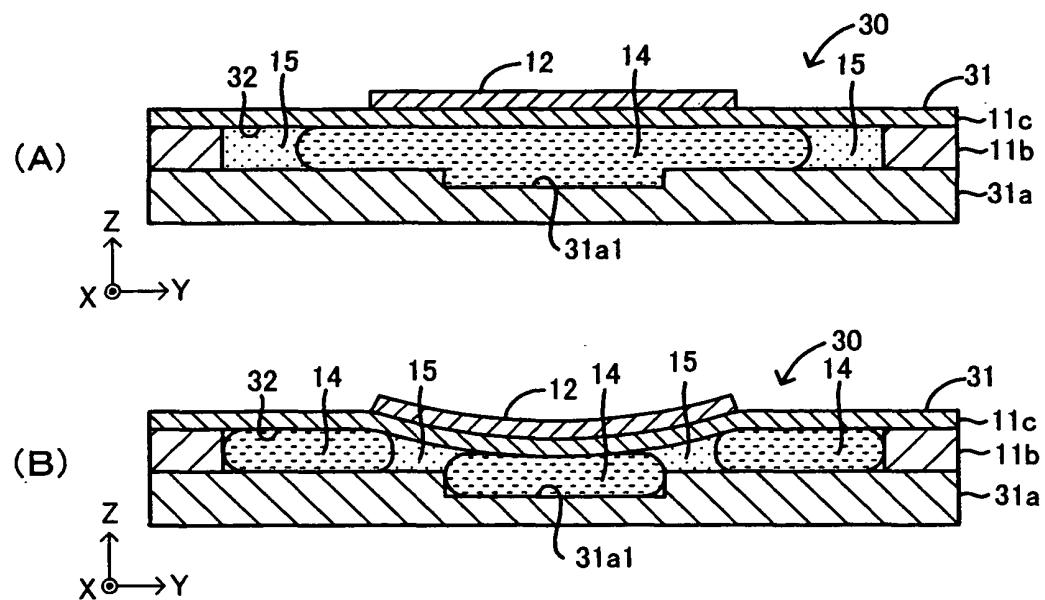
【図2】



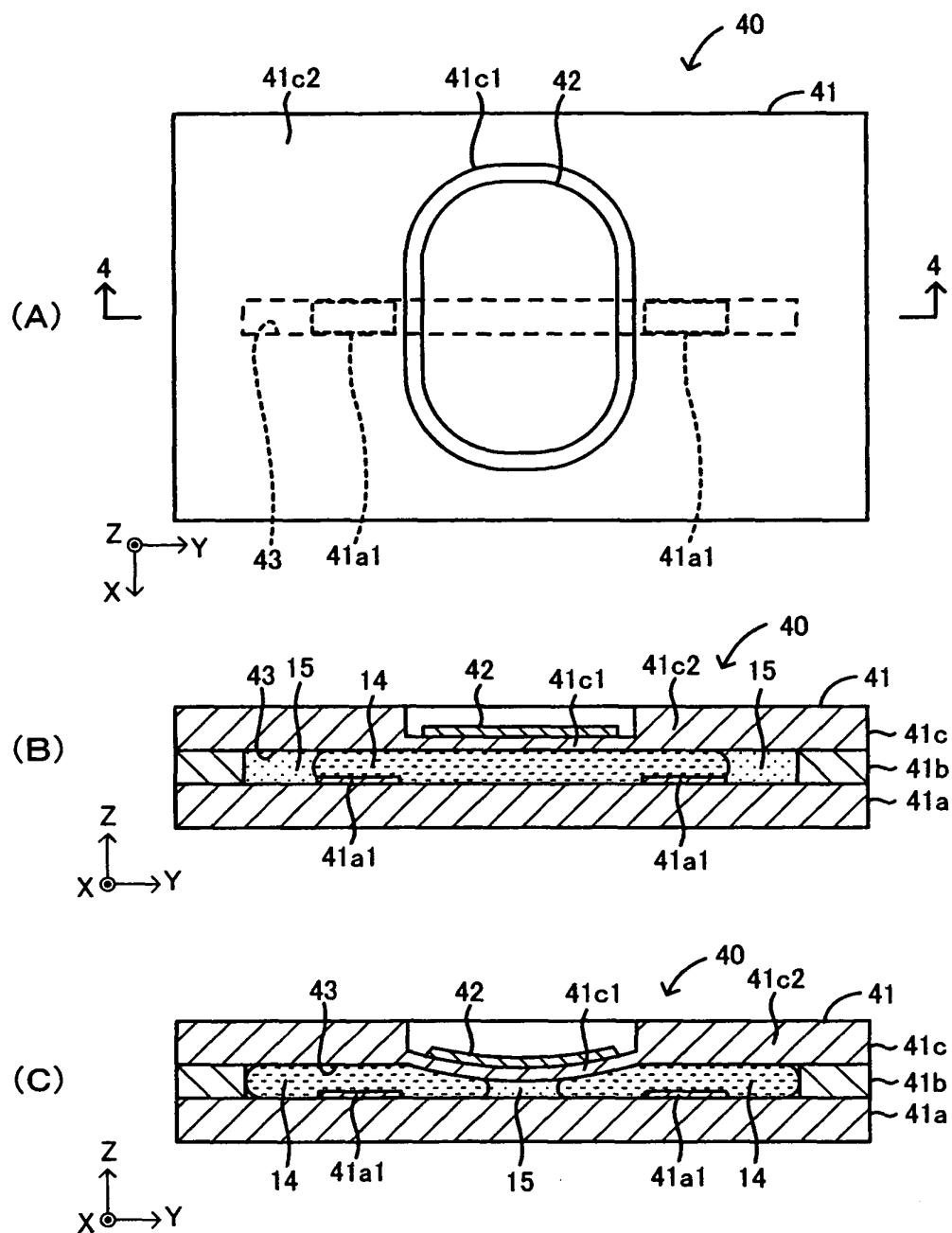
【図3】



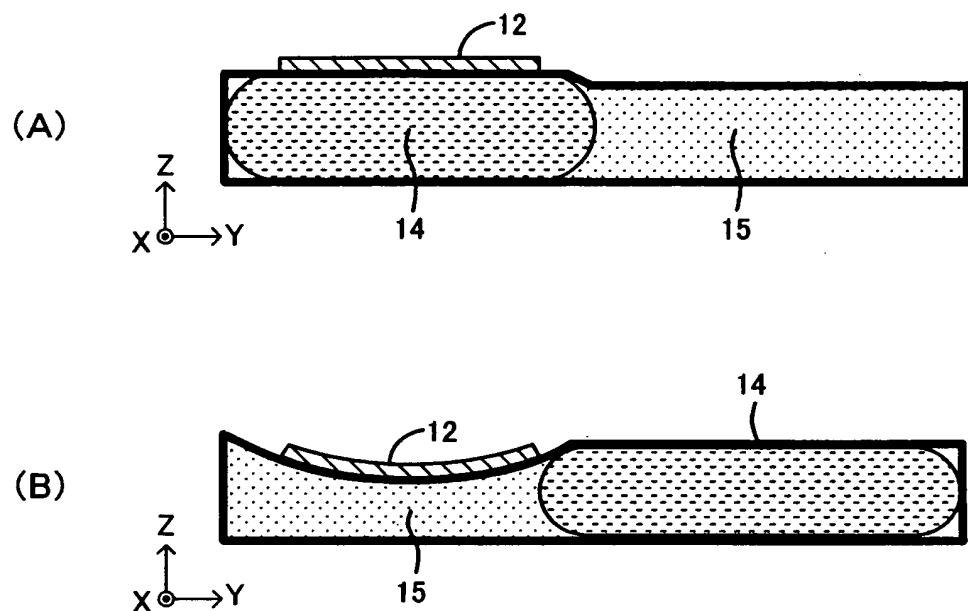
【図4】



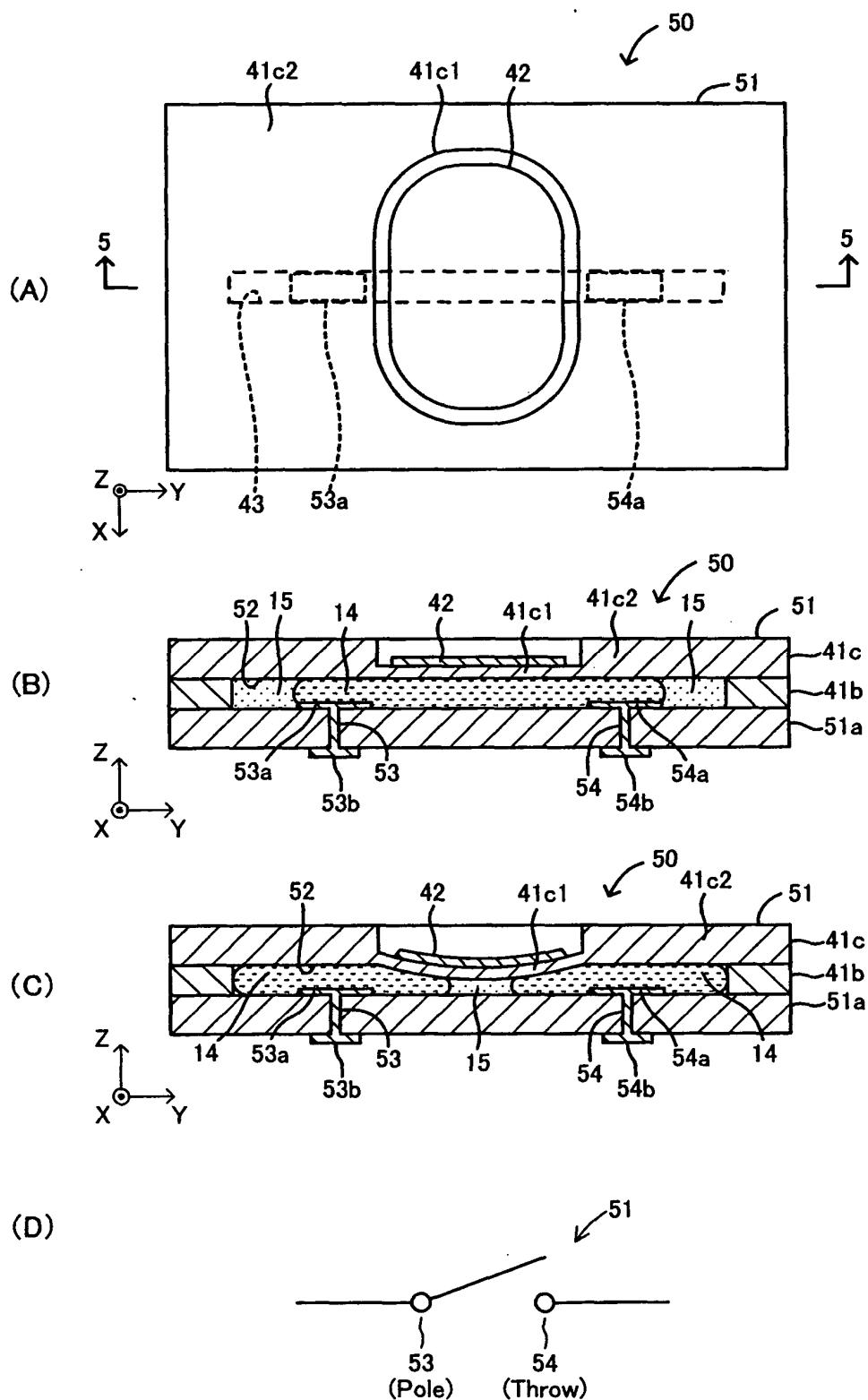
【図5】



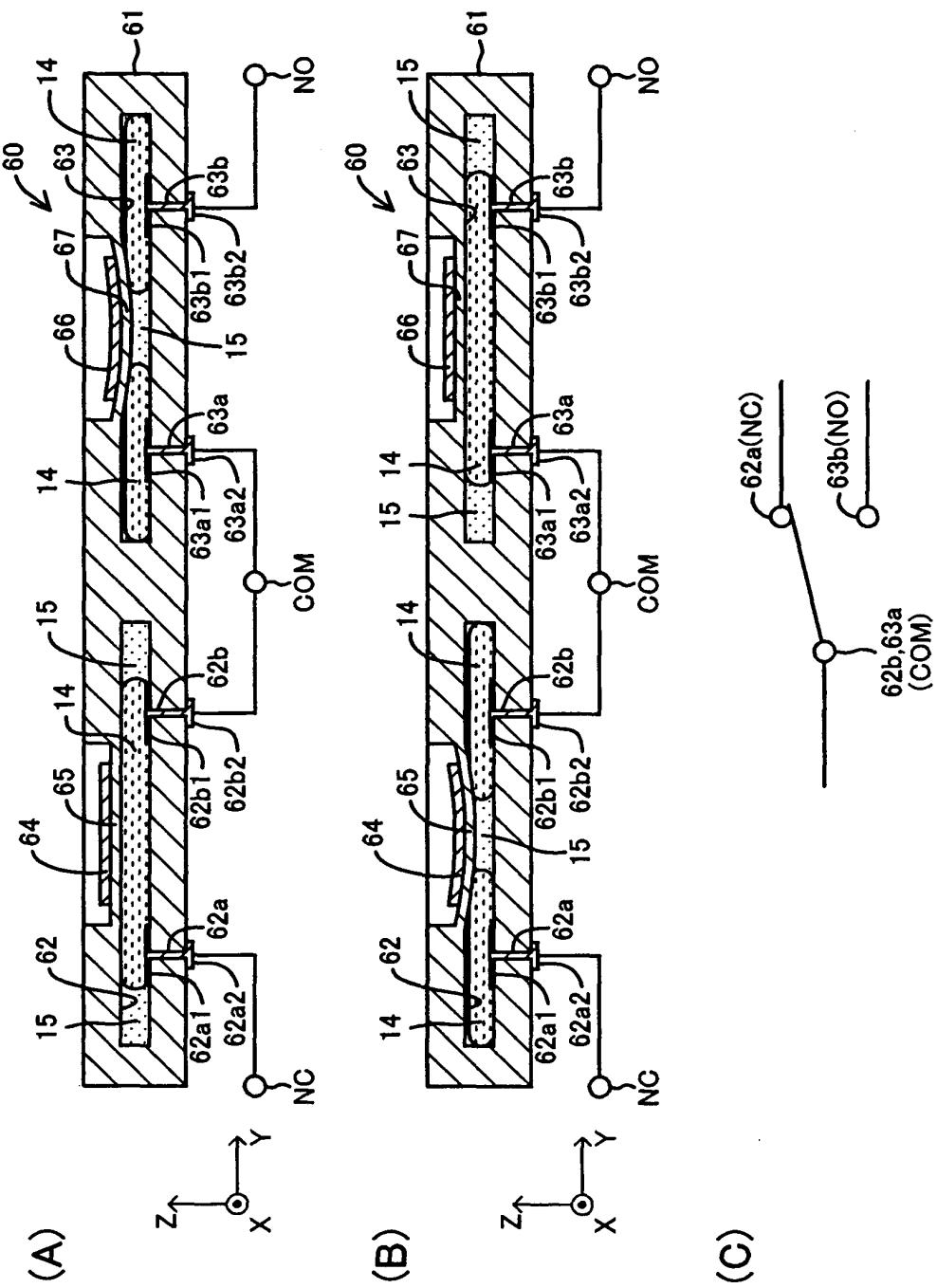
【図6】



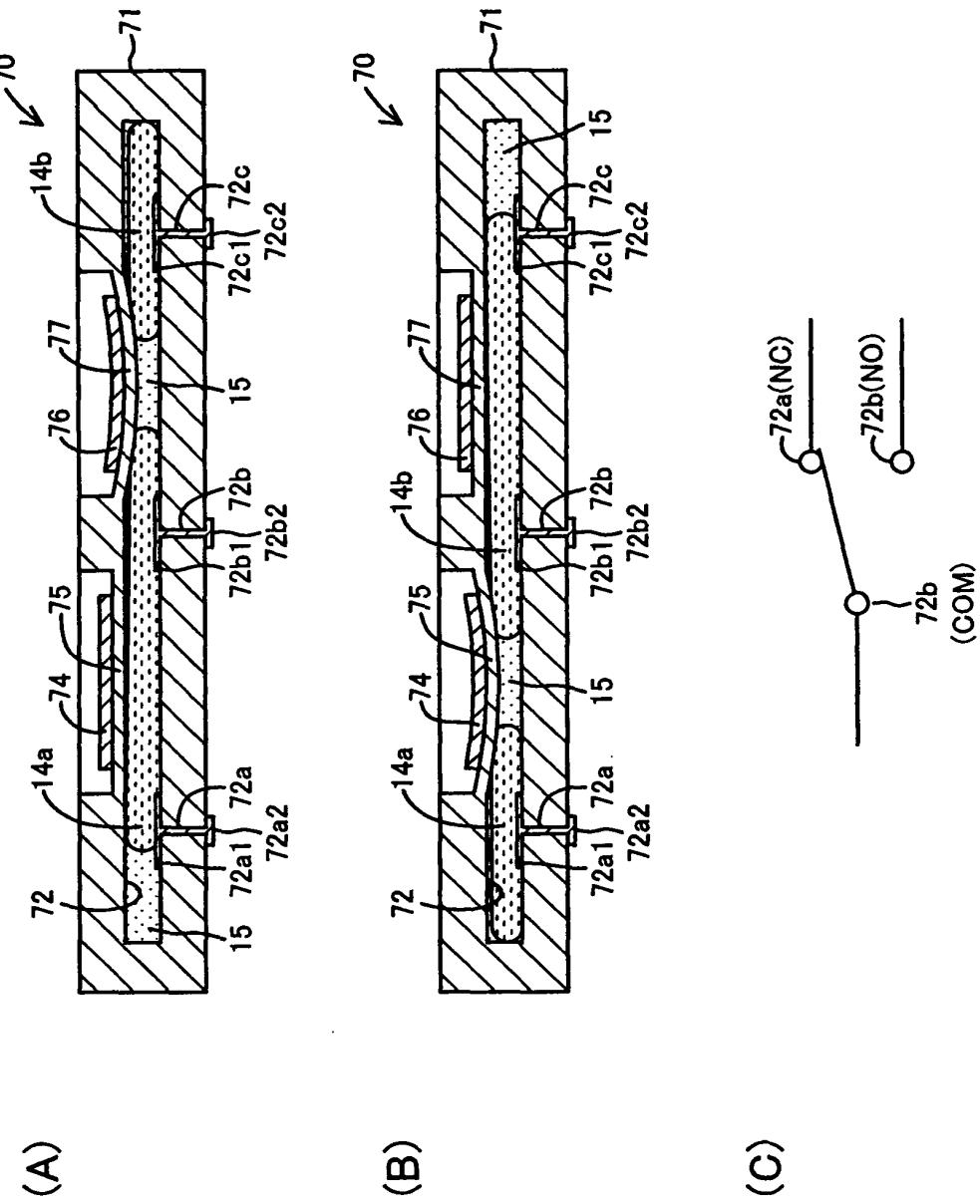
【図7】



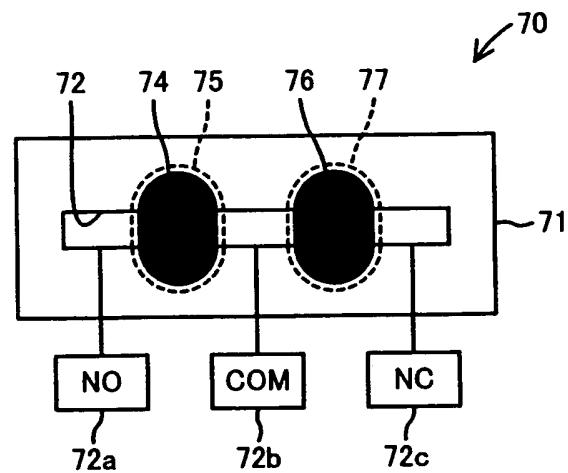
【図8】



【図9】

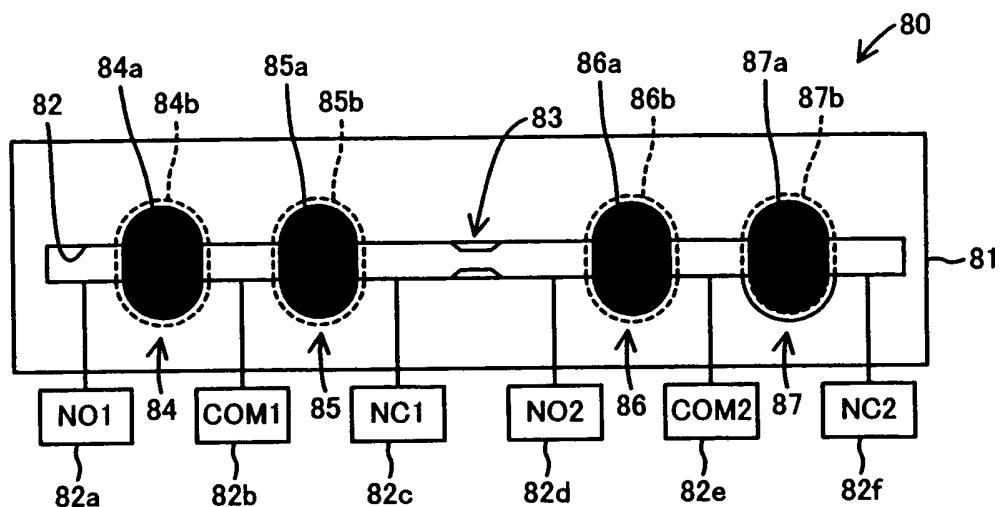


【図10】

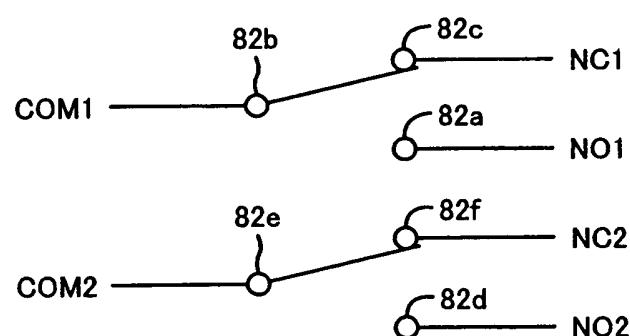


【図11】

(A)

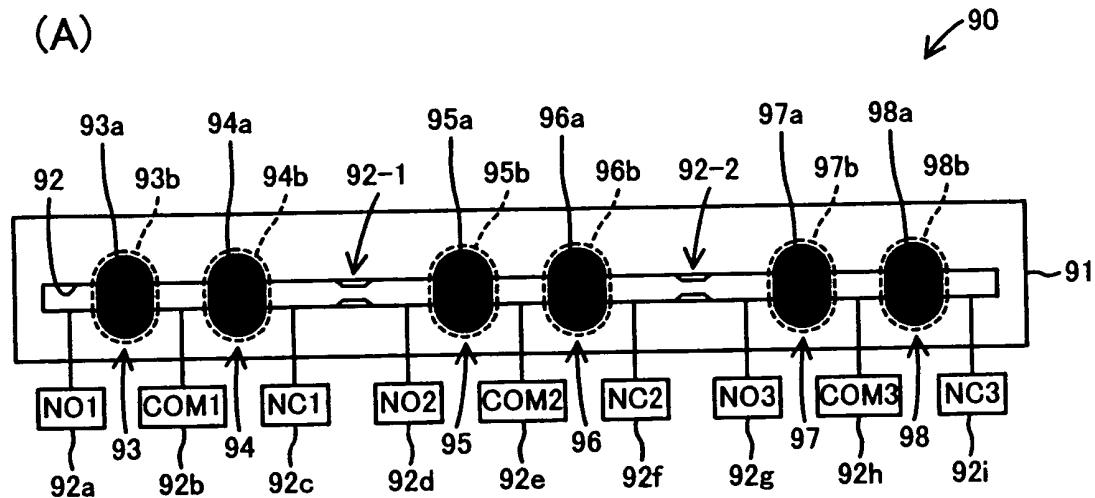


(B)

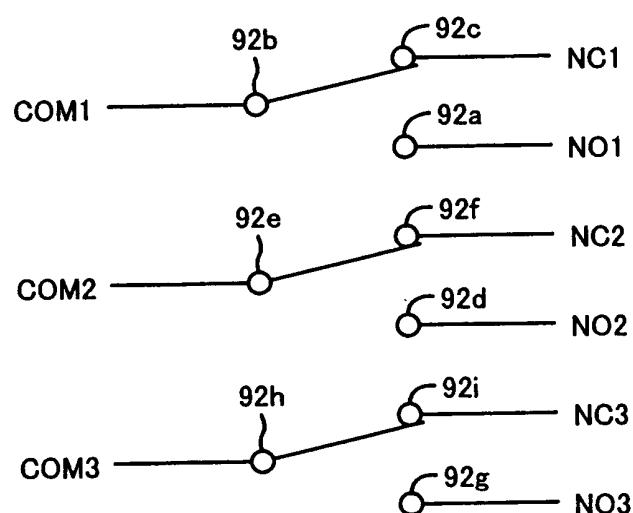


【図12】

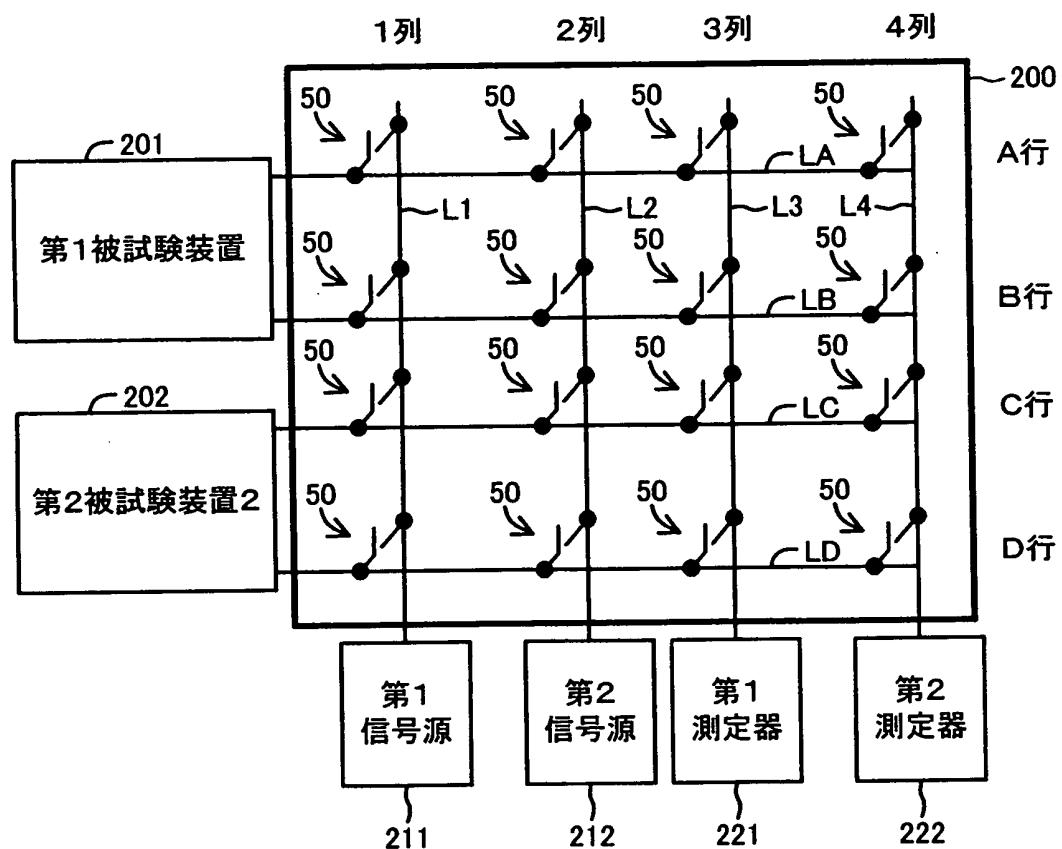
(A)



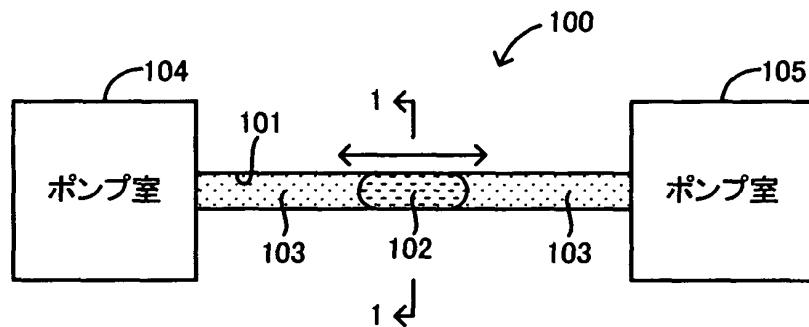
(B)



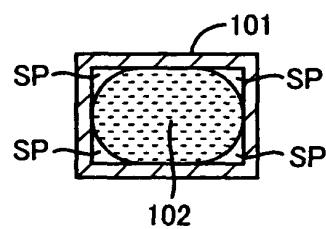
【図13】



【図14】



【図15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 エネルギー損失が小さく、応答性に優れた作動流体移動デバイスを提供すること。

【解決手段】 作動流体移動デバイス10は、セラミックシート11a～11cの積層体であり、これらにより流路13を構成している。セラミックシート11cはダイヤフラムを構成し、圧電／電歪膜12はセラミックシート11cの上面に一体化されている。流路13内には、第1作動流体14と第2作動流体15とが収容され、前記流路の内壁面に対する同第1作動流体の濡れ性は同第2作動流体の濡れ性よりも非良好である。圧電／電歪膜に電圧が印加されると、セラミックシート11cの中央部が屈曲変位して流路の断面積が小さくなり、流路の中央部に一つの流体塊として存在していた第1作動流体14は、流路の壁面から濡れ性が良好でないことに起因する斥力を受けて2つに分離し、流路内を移動する。

【選択図】 図2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-084485
受付番号	50300489577
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成15年 3月31日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成15年 3月26日
【特許出願人】	
【識別番号】	000004064
【住所又は居所】	愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
【氏名又は名称】	日本碍子株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100088971
【住所又は居所】	愛知県名古屋市中村区太閤3丁目1番18号 名古屋KSビル プロスペック特許事務所
【氏名又は名称】	大庭 咲夫
【選任した代理人】	
【識別番号】	100115185
【住所又は居所】	愛知県名古屋市中村区太閤3丁目1番18号 名古屋KSビル プロスペック特許事務所
【氏名又は名称】	加藤 慎治

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000004064]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号

氏 名 日本碍子株式会社